



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**



**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA y  
BACTERIOLÓGICA DEL AGUA EN LAS PISCINAS DEL CENTRO  
TURÍSTICO LOS BAÑOS TERMALES DE SAN MATEO – PROVINCIA  
DE MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN 2015”**

**Tesis para optar el título profesional de  
INGENIERO SANITARIO**

**AUTOR:**

**Bach. Maico Manuel Cruz Carranza**

**ASESOR:**

**Ing. M.Sc. Azabache Liza Yrwin Francisco**

**Código N° 06051215**

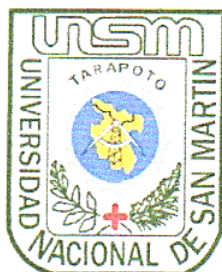
**Moyobamba- Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**



**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA y  
BACTERIOLÓGICA DEL AGUA EN LAS PISCINAS DEL CENTRO  
TURÍSTICO LOS BAÑOS TERMALES DE SAN MATEO – PROVINCIA DE  
MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN 2015”**

**Tesis para optar el título profesional de  
INGENIERO SANITARIO**

**AUTOR:**

**Bach. Maico Manuel Cruz Carranza**

**Sustentada y aprobada ante el honorable jurado el día 07 de agosto del 2017**

.....  
**Ing. M. Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera**  
**Presidente**

.....  
**Blgo. Pesq. Estela Bances Zapata**  
**Secretario**

.....  
**Ing. Marcos Aquiles Ayala Diaz**  
**Miembro**

.....  
**Ing. M. Sc. Yrwin Francisco Azabache Liza**  
**Asesor**

### **Declaratoria de Autenticidad**


Yo, **Maico Manuel Cruz Carranza**, egresado de la **facultad de Ecología** de la Escuela profesional de **Ingeniería Sanitaria**, de la **Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto**, identificado con **DNI N° 47561990**, Domiciliado **Jr. Moquegua S/N – Moyobamba**, con la tesis Titulada: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA EN LAS PISCINAS DEL CENTRO TURÍSTICO LOS BAÑOS TERMALES DE SAN MATEO – PROVINCIA DE MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN 2015”**.

Declaro bajo juramento:

5. La tesis presentada es de mi autoría.
6. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
7. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 23 de Julio del 2018.

  
.....  
DNI N° 47561990





**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	CRUZ CARRANZA MAICO MANUEL		
Código de alumno :	095208	Teléfono:	944243151
Correo electrónico :	cruzcarranza07@gmail.com DNI:		

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	ECOLOGIA		
Escuela Profesional de:	INGENIERIA SANITARIA		

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLOGICA DEL AGUA EN LAS PISCINAS DEL CENTRO TURISTICO LOS BAÑOS TERMALES DE SAN MATEO - PROVINCIA DE MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2015		
Año de publicación:	2017		

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.**


  
.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

26 / 07 / 2018



  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

**\* Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermanos y amigos por su incondicional apoyo, en cada una de las etapas de mi formación profesional, a mis padres por su enorme sacrificio que realizaron para apoyarme en el logro de mis objetivos y metas de vida, a mis hermanos y amigos por sus sabios consejos.

Maico Manuel

## AGRADECIMIENTO

- ❖ A Dios: Porque es el ser supremo que rige nuestra existencia y nos ha guiado a lo largo de nuestra vida, colmándonos de bendiciones.
- ❖ La Universidad Nacional de San Martín-T: Por ser nuestra casa de estudios y brindarnos conocimientos valiosos para nuestra formación profesional.
- ❖ A mis padres: Porque siempre han sido un ejemplo a seguir, convirtiéndose en la inspiración que necesito en los momentos difíciles de mi formación profesional.

Maico Manuel



## ÍNDICE

RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	2
EL PROBLEMA .....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Formulación del problema .....	2
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. Justificación de la investigación .....	3
CAPITULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Bases teóricas .....	6
2.2.1. Las piscinas .....	6
2.2.2. Calidad del agua .....	12
2.2.3. Caracterización del agua.....	17
2.2.4. Marco geográfico.....	19
2.3. Definición de términos básicos .....	22
CAPITULO III .....	25
MARCO METODOLÓGICO .....	25
3.1. Sistema de hipótesis .....	25
3.2. Sistema de variables .....	25
3.3. Tipo de método de la investigación.....	25
3.3.1. De acuerdo a la orientación .....	25

3.3.2. De acuerdo a la técnica de contrastación.....	25
3.4. Diseño de investigación.....	25
3.5. Población y muestra .....	26
3.6. Técnicas de recolección de datos .....	26
CAPITULO IV .....	28
RESULTADOS .....	28
4.1. Evaluar la calidad del agua mediante análisis físicos, químicos y bacteriológicos (turbiedad, olor, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes termotolerantes) de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo.....	28
4.2. Determinar si los parámetros evaluados del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo cumple con los estándares de calidad ambiental para poder ser considerada de uso recreacional .....	39
4.3. Discusión de resultados .....	44
CONCLUSIONES.....	47
RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
ANEXOS .....	53
ANEXO 01: .....	54
ANEXO 02: Resultados de calidad del agua.....	73
ANEXO 03: Memoria de cálculo del sistema de recirculación.....	79
ANEXO 04: Plano del sistema de recirculación proyectado de ambas piscinas.....	82
ANEXO 05: Encuesta para determinar la calidad del parámetro “olor” .....	85
ANEXO 06: Panel fotográfico .....	87

## RESUMEN

La gran informalidad en nuestro país, en lo que a funcionamiento de piscinas se refiere; y a efectos de lograr la formalización y el mejoramiento de las condiciones sanitarias de las piscinas, hasta el logro de su máxima calificación como “Saludable”, a raíz de esta problemática se realizó el estudio de investigación **Determinación de la Calidad Físico Química y Bacteriológica del Agua en las Piscinas** del centro turístico los baños termales de San Mateo con el objetivo de determinar la calidad del agua en las piscinas del centro turístico, la determinación de la calidad del agua se realizó mediante la interpretación y el procesamiento de análisis físico químicos y bacteriológicos realizados al agua de las piscinas (semi olímpica y mediana) de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio como in situ, los que a su vez determinaron que la calidad del agua cumple con los parámetros establecidos en los estándares de calidad ambiental ECAs para agua categoría 1 sub categoría B1 para uso recreacional. Además se realizaron actividades de campo como la verificación de la línea de alimentación de agua a las piscinas, verificación de la tubería de limpia de las piscinas, toma de coordenadas de las estructuras existentes y ubicación de coordenadas para las estructuras proyectadas, encuestas, y otras actividades que nos llevaron a tomar como alternativa técnica un sistema de recirculación con filtración y desinfección del agua de la piscina, basado principalmente en el análisis técnico de ingeniería. Un aspecto importante en la elección de la alternativa propuesta es el tema técnico, mediante el cual respetando los criterios básicos para el diseño del sistema de recirculación, permite la implementación de adecuados sistemas para obtener un agua apta para el uso recreacional y la protección de los bañistas, con criterios de seguridad que contribuyen a disminuir los riesgos a la salud como a la vulnerabilidad del sistema.

Palabras clave: Sanitaria, recirculación, filtración, desinfección, piscina, calidad.

## ABSTRACT

The great informality in our country, as far as pool operation is concerned; and in order to achieve the formalization and improvement of the sanitary conditions of the pools, up to the achievement of its maximum rating as "Healthy", as a result of this problem the research study was carried out Determination of the Chemical Physical and Bacteriological Quality of the Water in the Swimming Pools of the tourist center of San Mateo thermal baths with the objective of determining the quality of the water in the swimming pools of the tourist center, the Determination of water quality was carried out through the interpretation and processing of physical, chemical and bacteriological analyzes performed on pool water (a median size semi Olympic one), according to the results obtained in the laboratory as in situ, which in turn determined that the water quality complies with the parameters established in the environmental quality standards ECAs for water category 1 sub category B1 for recreational use. In addition, field activities were carried out, such as verification of the water supply line to the swimming pools, verification of the clean piping of the swimming pools, taking coordinates of the existing structures and location of coordinates for the projected structures, surveys, and other activities that led us to take as a technical alternative a recirculation system with filtration and disinfection of the pool water, based mainly on technical engineering analysis. An important aspect in the choice of the proposed alternative is the technical issue, whereby, respecting the basic criteria for the design of the recirculation system, allows the implementation of adequate systems to obtain water suitable for recreational use and the protection of bathers, with safety criteria that contribute to reducing health risks and the vulnerability of the system.

Keywords: Sanitary, recirculation, filtration, disinfection, swimming pool, quality.



## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Moyobamba es la capital de la región de San Martín y catalogada como un gran atractivo turístico por su diversidad de hermosos paisajes y atractivos turísticos; entre sus más conocidos atractivos turísticos encontramos los Baños Termales que anual alberga a miles de turistas y personas interesadas en recrear su mente y su cuerpo, utilizando sus piscinas, de las cuales se tiene poca información, y poco control de calidad, la cual ha traído algunos problemas en la salud de los bañistas. Se evidencia una clara conexión entre las cianobacterias y los efectos adversos a la salud debido a la presencia de microcistinas totales, particularmente enfermedades gastrointestinales y hepáticas, efectos neurológicos, reacciones cutáneas y cáncer (**Pilotto, 2008**).

Las leyes del país nos indican que el organismo fiscalizador debe ser periódico y responsable en la supervisión y el licenciamiento de los lugares que ofrecen piscinas recreativas al público en general, pero se toma muy a la ligera el estado y la calidad del agua, pues se cree que por no ser ingerida no es peligrosa, pero las estadísticas y la situación actual ha demostrado que estamos muy equivocados, los microorganismos patógenos que se encuentran en el agua de uso recreacional producen enfermedades gastrointestinales, enfermedades respiratorias febriles agudas e infecciones en ojos y oídos, las cuales serán explicadas en el transcurrir de la tesis, para lo cual el objetivo de la tesis fue: Determinar la calidad físico químico y bacteriológico del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo, el lugar más recurrente de la ciudad, el cual necesita ser conocido para mejorarlo haciendo útil también el análisis del agua y el mejoramiento de su infraestructura. Para poder evaluar el estado sanitario de las aguas destinadas a uso recreativo, es necesario contar con niveles guías basados en estudios epidemiológicos. (**Halac, et.al., 2011**)

Como alternativa para mejorar este servicio, se ha planteado la determinación y monitoreo; el monitoreo debe incluir parámetros de calidad que observen, como lo indica **Saracho, et al. (2006)**, pautas microbiológicas y fisicoquímicas de importancia sanitaria y de características relativas a su calidad estética, vinculadas a variables de percepción organoléptica, es por ello que se toma en cuenta tanto el carácter del agua, como los distintos equipos que ayudan al mejoramiento de la calidad de las piscinas.



# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Una de las necesidades básicas, es el derecho a la recreación y los centros turísticos representan una alternativa para la población especialmente los que cuentan con piscinas, incrementándose su demanda por el mismo tipo de clima que tenemos en nuestra región, este incremento de la demanda apoyada a la baja educación sanitaria y a la dificultad de pago por un buen servicio son las causantes de que se generen y proliferen enfermedades parasitarias en la población.

Debido a la gran informalidad que existe en cuanto a operación y mantenimiento de piscinas recreativas en nuestro país, el agua de las mismas nos transmite infecciones tales como diarreas, pie de atleta y otitis externas siendo estas tres enfermedades las más comunes de estos centros recreacionales.

El inexistente sistema de tratamiento para las piscinas del centro turístico los Baños Termales de San Mateo crea un ambiente adecuado para el crecimiento de gérmenes que son una de las causas más frecuentes del contagio de alguna de las enfermedades mencionadas en los párrafos anteriores.

La falta de control de parámetros que indiquen la calidad del agua por parte de los encargados del mantenimiento de las piscinas aumenta la probabilidad de transmitir gérmenes perjudiciales para la salud en este centro recreacional, de cumplir con este control sería la primera línea de defensa contra los gérmenes que causan infecciones en la salud de los bañistas.

### **1.2. Formulación del problema**

Por todo lo expuesto nos preguntamos:

**¿Realizando el análisis físico químico y bacteriológico de los parámetros del agua de las piscinas, del centro turístico los baños termales de San Mateo determinaremos si la calidad del agua cumple con los estándares de calidad ambiental para agua?**

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

- Determinar la calidad físico químico y bacteriológico del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la calidad del agua mediante análisis físicos, químicos y bacteriológicos (turbiedad, olor, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes termotolerantes) de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo.
- Determinar si los parámetros evaluados del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo cumple con los estándares de calidad ambiental para poder ser considerada de uso recreacional.

### 1.4. Justificación de la investigación

El término calidad del agua es relativo y sólo adquiere relevancia cuando está relacionado con el uso del recurso. Un curso de agua suficientemente limpio como para permitir la vida de los peces puede no ser apto para que la gente nade en él, así como un agua apta para consumo humano puede no ser útil para todas las industrias, tal sería el caso de un agua dura. El uso de los recursos hídricos para fines recreativos plantea problemas si se tiene en cuenta que es precisamente en los asentamientos de máxima concentración poblacional e industrial donde surgen los mayores requerimientos de medios de esparcimiento por parte de una población siempre creciente. (**García et.al, 2015**), pues la ciudad de Moyobamba está creciendo y se encuentra en constantes cambios, la migraciones hacia la ciudad, ha hecho de ella un punto de exploración a las nuevas costumbres, tradiciones de otros lugares que por el clima se sienten atraídos; familias que toman un momento de su tiempo para disfrutar de algún paraje turístico, pero que adquieren problemas por la ingestión de agua mal tratada y no solo ingestión sino también la utilización de agua sobre la piel, la cual tiene cierto tipo de microorganismos que pueden afectar.

La relación entre los problemas de salud después de ingresar a las piscinas se vuelve directamente proporcionales, cada vez que estas no tienen un mantenimiento adecuado, la contaminación del agua para uso recreativo es un problema crónico principalmente en los países en vías de desarrollo, la contaminación microbiológica afecta a los bañistas produciendo diversas enfermedades, debido a las descargas que se vierten a los ecosistemas acuáticos. **(Arroyo, 2016)**

En nuestro país no existen leyes ni estándares que regulen en forma completa y segura la calidad del agua destinada a actividades recreativas. Incluso en el ámbito internacional las regulaciones existentes son escasas **(García et.al, 2015)**, con el fin de prevenir la transmisión de enfermedades de origen hídrico por el uso recreativo de las aguas, se aplican herramientas de gestión tales como los monitoreos de calidad de agua y el uso de indicadores y/o índices, que expresen de forma resumida las características del balneario estudiado. **(Brandalise et.al, 2012).**

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### A. Antecedentes internacionales

En el trabajo de investigación titulado: “Evaluación de la calidad del agua para uso recreacional y propuesta de plan de manejo en la micro cuenca del río Estancias de la Parroquia Río Negro- Cantón Baños provincia de Tungurahua- Ecuador”, por **Haro (2013)**. Concluye que: Se observó los parámetros como, coliformes fecales, aceites y grasas sobrepasan los límites permisibles establecidos por el TULAS, Anexo 1. Tabla 9 de aguas recreacionales de contacto primario, esto se debe a que la micro cuenca baja del río Estancias se encuentra intervenida por áreas recreacionales y piscícolas.

**Flores (2011)** en su investigación “Calidad bacteriológica de las principales playas de la bahía de Acapulco, Guerrero.”, concluye que el comportamiento de las concentraciones de bacterias totales y fecales presenta una clara relación con la afluencia turística, ya que presentaron sus máximas concentraciones en los meses de marzo y abril y fueron menores en diciembre, previo al inicio de la temporada alta de invierno. Los valores de entero cocos, parecen estar asociados a otro tipo de aportes, diferentes a la presencia del turismo, posiblemente proveniente de desagües clandestinos. Las playas que muestran un cumplimiento con los criterios bacteriológicos del programa de playas limpias para coliformes fecales, fueron todas las estaciones en los tres muestreos; excepto Caleta y Hornos en el muestreo de septiembre; y para entero cocos todas excepto Icacos en julio y Manzanillo por lo que se consideran libres de aportes fecales significativos y se clasifican como “Limpas sin riesgo sanitario”.

En la investigación titulada: “Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la laguna de los padres (Buenos Aires, Argentina)” realizada por **Deza (2006)**, se concluyó que es preciso que las autoridades y organismos competentes, diseñen estrategias para que dentro de los programas de desarrollo turístico, se incluyan los aspectos vinculados con la preservación del medio ambiente y la protección de la salud. Para ello en primer lugar se deben incentivar los estudios de diagnóstico de la situación referida a estos aspectos.

Como muchas de las playas existentes que son parte de las actividades recreativas de las personas, en el trabajo de investigación titulado; “Programa para la evaluación de la calidad de las aguas de las playas en El Salvador”, **Carias y Jerez (2009)**, concluye La calidad del agua de las playas se puede ver afectada por una gran gamma de contaminantes, la contaminación microbiológica (coliformes fecales) y la física (grasas y aceites) son las que más degradan la calidad del agua.

## **B. Antecedentes nacionales**

Campana integral denominada “piscinas saludables 2013” por Municipalidad Provincial del Callao, **(Ponce, 2013)**. Concluye que la academia de natación MARVAL no cumple con los límites máximos permisibles por lo que fue clausurada.

En la investigación realizada por **Díaz (2011)**, titulada: “Calidad físico-química y microbiológica del agua en parques acuáticos”, concluye que el deterioro del recurso hídrico en el uso recreativo en parques acuáticos está directamente relacionado al número de bañistas, por lo que se hace necesario incluir una norma un aparte respecto a los volúmenes máximos de bañistas por metro cuadrado en piscinas públicas, con el fin de controlar este aspecto, disminuyendo los procesos de contaminación y los riesgos en salud pública para los usuarios.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Las piscinas**

#### **2.2.1.1. Salud y seguridad en las aguas recreacionales**

El uso de aguas para fines recreativos se ha incrementado en las últimas décadas por todo el planeta. Las piscinas y otras instalaciones de aguas de recreo ofrecen la posibilidad de disfrutar y mejorar la salud, pero también pueden entrañar riesgos sanitarios, aunque con la mejora de la gestión y las tecnologías modernas para el tratamiento de las aguas y la vigilancia de la calidad del agua esas instalaciones han pasado a ser más seguras.



Para evaluar la calidad de un cuerpo de agua se deben fijar los usos a la cual será destinada, cuya calidad se ha demostrado tener mayor eficiencia a fines recreativos, cuando se implementan rigurosos controles en los factores contaminantes a comparación del poder autoregenerativo del mismo. **(Pérez, 2012).**

En diversas investigaciones han acordado que la calidad bacteriológica de un cuerpo hídrico recreacional no necesita ser igual a la de consumo humano, pero si es necesario estar razonablemente libre de bacterias de origen patógeno de aguas residuales, por lo cual se determinaron criterios basados en la probabilidad de infección, y más en piscinas o fuentes de agua dulce natural donde podría ser ingerida. **(Pérez, 2012).**

La concentración de bacterias indicadoras ha sido usada por décadas para evaluar la seguridad de las aguas recreacionales, las cuales no son necesariamente patógenas, pero predominan en desechos de origen humano donde es probable que existan organismos patógenos, como por ejemplo los virus. Además se ha demostrado que existe una correlación entre los niveles de las mismas en aguas de baño y la incidencia de enfermedades en nadadores. **(Pérez, 2012).**

Además, las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus o protozoarios patógenos, son el riesgo más común para la salud, resaltando que lleva consigo la ingestión del agua contaminada por lo cual los brotes de origen hídrico más numerosos y graves que han sido notificados se deben al consumo de agua de bebida, se han registrado además varios casos donde las aguas recreacionales protagonizaron un papel importante en la transmisión de dichos agentes patógenos. **(Pérez, 2012).**

Son numerosos los gérmenes patógenos que pueden transmitirse al hombre a través de la utilización con fines recreativos de aguas dulces y saladas susceptibles de contaminación por aguas residuales. Para evaluar

la calidad bacteriológica de las aguas recreacionales normalmente se utilizan estándares internacionales, que se calculan a partir de información epidemiológica y permiten establecer correlaciones entre densidades de microorganismos patógenos y/o microorganismos indicadores y el efecto sobre la salud de los individuos que utilizan el agua con fines recreativos. **(Pérez, 2012).**

Mientras el uso de bacterias indicadoras para medir la calidad del agua se aplica ampliamente, no hay un acuerdo universal sobre cuál organismo indicador es más útil. Diferentes estados, países y regiones utilizan como estándares en programas de calidad de agua diversos tipos y niveles de los mismos. Hoy, los indicadores bacterianos más comúnmente usados son los coliformes totales (CT) coliformes fecales (CF) y estreptococos fecales (EF). Se ha comprobado que los CF pueden tener otro origen además del fecal, por lo tanto en algunos casos se los denomina más apropiadamente “coliformes termotolerantes” (CTt). Recientemente, *Escherichia coli* y los EF fueron elegidos como los indicadores preferidos, y sus límites se basaron en una serie de estudios epidemiológicos desarrollados sobre aguas recreacionales “impactadas” por efluentes. **(Pérez, 2012).**

Estos estudios demostraron que la concentración de EF y de *E. coli* se correlacionaba mejor que la de los CT con las enfermedades de los bañistas. La selección de un organismo indicador tiene importantes consecuencias tanto sobre el manejo de las fuentes de aguas recreacionales como en la determinación de la calidad del recurso. **(Pérez, 2012).**

Ahora bien, disponer de medidas adecuadas de seguridad y saneamiento del agua no es la única prioridad. El agua es un bien escaso la conservación de este recurso tan preciado y su utilización racional en las actividades recreativas exige una gestión avanzada del agua en el contexto del desarrollo sostenible.

### **2.2.1.2. Enfermedades más comunes relacionadas con el agua de las piscinas**

Las infecciones transmitidas por las aguas recreativas son prevenibles con medidas sencillas por parte del público, el personal de los centros recreacionales y las autoridades de salud pública para evitar la presencia de gérmenes en el agua. Los encargados del mantenimiento de la piscina deberían revisar los niveles de desinfectante y de pH al menos dos veces al día para disminuir las probabilidades de transmitir gérmenes. Cumplir estas características es la primera línea de defensa contra los gérmenes que causan infecciones transmitidas por las aguas recreativas, a continuación describiremos las enfermedades más comunes relacionadas con el agua de las piscinas. **(Montserrat, 2011).**

#### **Diarrea.**

Es la infección más frecuente adquirida por el uso de agua de piscinas. Los gérmenes que pueden contaminar el agua de la piscina son sobre todo *Cryptosporidium*, —tolerante al cloro, puede vivir en las piscinas durante días y es la causa principal de diarrea en brotes en piscinas, ha aumentado su prevalencia un 200% en los últimos 4 años—, *Norovirus*, *Giardia lamblia*, *Escherichia coli* y *Shigella*, causantes de una cuarta parte de los brotes diarreicos adquiridos en piscinas. Los niños, las mujeres embarazadas y las personas con sistema inmunitarios débiles corren mayor riesgo de contraer este tipo de infecciones. **(Montserrat, 2011).**

Las infecciones se transmiten tragando accidentalmente agua de la piscina que ha sido contaminada con materia fecal de una persona que tenga restos de heces en el cuerpo al meterse en el agua. El cloro destruye éstos gérmenes pero al no actuar de forma inmediata puede haber un periodo ‘ventana’ en el que alguna de estas bacterias aún siga viva en el momento de bañarnos. Incluso las piscinas mejor mantenidas pueden propagar enfermedades. **(Montserrat, 2011).**

Se necesitan comportamientos saludables en las piscinas para que todos y todas estemos protegidos. Tres consejos que le ayudarán a nadar de forma segura:

1. No nade cuando tenga diarrea, especialmente importante para los niños que usan pañales.
2. No trague el agua de la piscina y evite que entre en su boca (no está esterilizada, a pesar del cloro no es apta para el consumo humano).
3. Lávese las manos con jabón y agua después de ir al baño o de cambiar pañales.

### **Otitis externa.**

Es una infección de la parte externa del oído, muy común y relacionada con el uso de aguas recreativas, que puede aparecer a cualquier edad. Los síntomas suelen aparecer pocos días después de haber nadado y pueden consistir en: picor dentro del oído, enrojecimiento e inflamación en el oído, dolor cuando se ejerce presión en la oreja, y salida de pus. (Montserrat, 2011).

Suele aparecer cuando queda agua en el canal del oído durante largos periodos, creándose un ambiente propicio para el crecimiento de gérmenes, y aquellos presentes en las piscinas son una de las causas más frecuentes del ‘oído de nadador’. No se transmite de persona a persona. (Montserrat, 2011).



Imagen 1: Otitis Externa

Prevención: usar gorro de nadar, tapones o moldes adaptados para los oídos para evitar que entre el agua. Séquese bien con una toalla los oídos después de nadar o ducharse, incline la cabeza hacia los lados para que los oídos queden en posición que permita que el agua salga del canal auditivo, tire suavemente los lóbulos de las orejas en distintas direcciones mientras mantiene la cabeza inclinada a los lados para ayudar a sacar el agua. Si todavía tiene agua en los oídos, puede usar un secador de cabello para que pase aire por el canal auditivo (modo frío del secador) colocándolo lo más lejos posible del oído. **(Montserrat, 2011).**

### **Pie de atleta.**

Infección de la piel de los pies es causada por una variedad de diferentes hongos. El lugar más frecuente es entre el primer y segundo dedo pero puede afectar a cualquier parte del pie. Suele dar fisuras en la piel o lesiones rojizas y picantes. **(Montserrat, 2011).**

Se contagia por el contacto con piel infectada o con hongos en determinadas áreas como duchas, vestidores, piscinas. Puede ser una infección crónica con recidivas frecuentes. Normalmente se cura con tratamiento con cremas sobre la piel pero otras veces precisa de tratamiento oral. La higiene es muy importante para la prevención:



Imagen 2: Pie de Atleta



### **Dermatitis.**

La dermatitis puede ser causada por pseudomonas aeruginosas, que es un germen con predilección por medios húmedos. El 'rash' (manchas rosadas que suelen picar) se produce tras contacto directo de la piel con agua contaminada unos días después del baño.

Los síntomas son: picor que puede acabar en piel enrojecida. Se caracteriza también por ampollas de pus en los folículos pilosos. Un buen manejo de desinfectante y pH del agua puede prevenir esta dermatitis. (Montserrat, 2011).

### **Prurito ocular, irritación nasal y/o dificultad para respirar.**

Sobre todo ocurre en piscinas cubiertas y está provocado por el uso de irritantes como cloraminas en el agua y aire. Con una buena ventilación de la zona esto se evitaría. (Montserrat, 2011).

### **Verrugas vulgares.**

Hasta el 10% de los bañistas se contagian, sobre todo en los pies. Es muy importante la prevención usando siempre zapatillas cuando se está fuera del agua. Es clásico, aunque no siempre esté presente, la aparición de un punteado negro en la zona de la verruga.

## **2.2.2. Calidad del agua.**

El concepto de calidad del agua es mucho más amplio que la simple caracterización del líquido por la fórmula molecular  $H_2O$ . Lo anterior debido a que el agua, gracias a sus propiedades de solvente y su capacidad de transportar partículas, incorpora así diversas impurezas, las cuales definen la calidad del agua. (Romero, 2002).

La calidad del agua es el resultado de fenómenos naturales y de actividades humanas. De manera general se puede decir que la calidad de una determinada agua es función de las condiciones naturales y del uso y ocupación del suelo en la cuenca hidrográfica. Así tenemos:

**Calidad de agua de uso recreacional.**

Es la relación cuantificable entre la densidad de un indicador en el agua y el potencial de riesgo para la salud humana que supone el uso de aguas recreacionales. (Romero, 2009)

**Calidad física y química.**

La calidad física y química del agua está dada por los parámetros físicos y químicos y está directamente relacionada a la naturaleza de la fuente de abastecimiento, (Romero, 2009).

**Calidad bacteriológica del agua.**

Las pautas para la calidad del agua proporcionan una base para juzgar la aceptabilidad del uso del agua. Sin embargo todo juicio basado en la aplicación de pautas bacteriológicas debe tener en cuenta la precisión, validez y conveniencia de los procedimientos de muestreo. También es necesario considerar las especies de gérmenes patógenos presentes en el agua. (Romero, 2009)

**Calidad microbiológica.**

La calidad microbiológica del agua está dada por la presencia de bacterias, virus, protozoos y helmintos – microorganismos patógenos cuya ausencia en el agua determinan su inocuidad, (Romero, 2009).

**2.2.2.1. Calificación sanitaria de las piscinas.**

Se realizará aplicando el Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS) (Directiva Sanitaria N° 033- MINSA, 2011), el cual será calculado utilizando la tabla de calificación mostrada en los párrafos siguientes y teniendo en consideración los criterios que se detallan a continuación:

El cálculo del ICSPS, se trabaja con 4 criterios de evaluación en una piscina, a saber: control de calidad microbiológica, control de calidad de equipamiento e instalaciones, control de calidad de limpieza y

control de ordenamiento documentario. (**Directiva Sanitaria N° 033-MINSA, 2011**).

De estos criterios adquirirá un puntaje que sumados deben dar la unidad (1 = 100%), quedando distribuidos en orden de prioridad de la siguiente manera:

Tabla 1

*Cálculo del ICSPS*

<b>Control de calidad microbiológica</b>	<b>0.35</b>
Cloro residual 0.15	0.15
Coliformes termotolerantes 0.15	0.15
Turbiedad 0.05	0.05
<b>Control de calidad de equipamiento e instalaciones</b>	<b>0.36</b>
Servicios higiénicos y ducha	0.075
Lavapiés	0.075
Sistema de recirculación	0.21
<b>Control de calidad de limpieza</b>	<b>0.15</b>
Limpieza del local	0.075
Limpieza del estanque	0.075
<b>Control de ordenamiento documentario</b>	<b>0.14</b>
Libro de registro	0.02
Aprobación sanitaria	0.12
	<b>1</b>

Fuente: Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA. (2011)

#### **2.2.2.2. Cálculo del índice de calidad sanitaria de piscinas (ICSPS).**

Para la determinación del ICSPS, se suman los resultados obtenidos en cada uno de los criterios: control de calidad microbiológica, control de

calidad de equipamiento e instalaciones, control de calidad de limpieza y control de ordenamiento documentario de la calificación sanitaria de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo. (**Directiva Sanitaria N° 033- MINSA, 2011**)

- Las piscinas obtienen una calificación sanitaria de: saludable, regularmente saludable y no Saludable, de acuerdo a los puntajes obtenidos del ICSPS.
- Las piscinas que presenten los siguientes valores de ICSPS tendrán la siguiente calificación sanitaria:

Tabla 2

*Calificación para el cálculo del índice de calificación sanitaria de piscinas (ICSPS)*

Criterio	Variable	Rango de valor	Puntaje	Calificacion	Puntaje maximo por variable
1.- Control de calidad microbiologica	Cloro residual	> 0.4 mg/L y < 1.2 mg/L	0.15	Buena	0.15
		< 0.4 mg/L	0.00	Mala	
	Coliformes termotolerantes	Ausencia	0.15	Buena	0.15
		Presencia	0.00	Mala	
	Turbiedad	< 5.0 UNT	0.05	Buena	0.05
		5.0 UNT o mas	0.00	Mala	
2.- Control de calidad de equipamiento e instalaciones	Servicios higienicos y ducha	S.H. y duchas disponibles limpios y en funcionamiento.	0.075	Presencia	0.075
		S.H. y duchas sucios o malogrados o ausentes.	0.00	Ausencia	
	Lavapies	Disponibles, limpios, funcionando y con solucion desinfectante.	0.075	Presencia	0.075
		Ausentes o sucios, o malogrados o sin solucion desinfectante.	0.00	Ausencia	
	Sistema de resirulacion	Instalado y en operación.	0.21	Buena	0.21
		Instalado y malogrado (en estado inoperativo).	0.10	Regular	
3.- Control de calidad de limpieza	Limpieza del local	No tiene.	0.00	Mala	0.075
		Hay recipientes para residuos y el local esta limpio.	0.075	Buena	
	Limpieza del estanque	Hay recipientes para residuos y hay residuos solidos dispersos.	0.038	Regular	0.075
		Ausencia de recipientes y el local esta sucio.	0.00	Mala	
	Limpieza del estanque	Limpio y ausencia de solidos flotantes.	0.075	Buena	0.075
		Limpio y presencia de solidos flotantes dispersos.	0.038	Regular	
4.- Control de ordenamiento documentario	Libro de registro	Sucio y presencia de solidos flotantes abundantes.	0.00	Mala	0.02
		Libro de registro presente y al dia.	0.02	Buena	
	Aprobacion sanitaria	No hay libro o no esta al dia.	0.00	Mala	0.12
		Cuenta con autorizacion sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	
		No cuenta con autorizacion sanitaria o no esta vigente.	0.00	Mala	

Fuente: Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA. (2011)

De la calificación sanitaria de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo

- a. Las piscinas obtienen una calificación sanitaria de: saludable, regularmente saludable y no Saludable, de acuerdo a los puntajes obtenidos del ICSPS.
- b. Las piscinas que presenten los siguientes valores de ICSPS tendrán la siguiente calificación sanitaria:

Tabla 3

*Calificación Sanitaria*

Calificación sanitaria	Rango de valores de ICSPS
Saludable	0.8-1
Regularmente Saludable	0.4- 0.79
No saludable	0- 0.39

Fuente: Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA. (2011)

### 2.2.3. Caracterización del agua.

La caracterización del agua tiene como objetivo conocer sus atributos físicos, químicos y biológicos con el propósito de definir su aptitud para uso humano, agrícola, industrial, recreacional o como recurso asimilatorio de descargas contaminantes. La presentación adecuada de los parámetros de caracterización facilita la definición de la calidad del agua para un uso determinado y permite visualizar no solo los aspectos relacionados con su composición química y microbiológica sino también los requerimientos económicos, legales y de tratamiento para su aprovechamiento. **(Von Sperling, 2012).**

La interrelación entre el uso del agua y la calidad requerida es directa. En la anterior lista de usos, se puede considerar que el uso más noble sea representado por el abastecimiento de agua doméstico, el cual requiere la satisfacción de diversos criterios de calidad. De forma opuesta, el uso menos noble es el de la simple dilución de vertimientos, que no posee ningún requisito especial en

términos de calidad. Sin embargo, se debe recordar que diversos cuerpos de agua tienen previstos usos múltiples, resultando de ahí la necesidad de la satisfacción simultánea de diversos criterios de calidad. **(Von Sperling, 2012).**

### **Parámetros físicos, químicos y microbiológicos.**

Para saber que tan pura o que tan contaminada está el agua es necesario medir ciertos parámetros. Los parámetros de calidad del agua están clasificados en físicos, químicos y microbiológicos. Como se puede intuir existen muchos parámetros, muchas formas y varios métodos para medir dichos parámetros, **(Sierra, 2011).**

### **Turbiedad.**

Es causada por partículas pequeñas (arcilla, limo, plancton, microorganismos) suspendidos en el agua, de origen orgánico o inorgánico. La turbiedad protege a los microorganismos de la acción del cloro y de los desinfectantes, actúa como fuente alimenticia de los microorganismos, **(Romero, 2005)**

### **pH.**

Parámetro ampliamente utilizado para visualizar la aptitud del agua para diferentes usos y tratamientos. En aguas de consumo municipal debe ser superior a 6,5 e inferior a 9,0 para prevenir corrosividad o incrustación excesiva de las tuberías, así como sabor amargo del agua cuando el pH es muy alto, **(Romero, 2005).**

### **DBO<sub>5</sub>:**

Es la cantidad de oxígeno requerida para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia en un período de 5 días. Se expresa en mg/L, y corresponde a la diferencia entre el oxígeno inicial y el oxígeno restante al final de la prueba. **(Romero, 2005).**

**Olor y sabor:** Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua. **(Romero, 2005).**



#### **2.2.4. Marco geográfico**

##### **Centro turístico los baños termales de San Mateo**

El complejo de los baños termales de San Mateo incluye las pozas de agua caliente, tres piscinas, un restaurant, juegos infantiles, una cancha de fútbol y áreas verdes. **(Vargas, 2005).**

Hay dos pozas más antiguas y de construcción rústica de piedra. La temperatura en estas pozas alcanza 42°C. En los últimos años se ha construido cuatro pozas más. El agua en las nuevas pozas no es tan caliente. Las aguas son comprobadamente medicinales, especialmente para enfermedades reumáticas. **(Vargas, 2005).**

Seguido de las pozas se encuentran las 2 piscinas en las que se desarrolló este proyecto de investigación, una semi-olímpica que se encuentra afuera de las instalaciones de los Baños Termales y la otra piscina mediana está junto al restaurante típico del lugar turístico. **(Vargas, 2005).**

Las tres piscinas tienen agua de temperatura normal. Una de las piscinas es semi-olímpica con 50 metros de largo. Una es más pequeña, pero de todas maneras honda. La tercera es para niños. **(Vargas, 2005).**

Las frías aguas del Rumiayacu, pasan por en medio de este centro recreativo aumentando el sentir de estar cerca de la naturaleza. **(Vargas, 2005).**

Hay chorros rústicos para ducharse antes y después de entrar en las pozas y piscinas. Algunos de estos chorros son de agua tibia y otros de agua fría. **(Vargas, 2005).**

El restaurant ofrece comidas típicas como juanes y cecina con tacacho. Como alternativa se puede traer su propio almuerzo y comer en las áreas verdes o en la sombra de los bungalows/chozas típicas. Los juegos infantiles incluyen

columpios, sube y baja, resbaladiza entre otros. Para los mayores que quieren jugar un partido de fútbol hay una cancha de concreto. (Vargas, 2005).

### **Vías de acceso.**

El acceso desde la ciudad de Moyobamba hasta la zona de estudio es a través de una carretera afirmada hasta el centro turístico los baños termales de San Mateo, partiendo desde el cruce de Uchuglla, el recorrido se puede hacer en cualquier tipo de vehículo motorizado con un tiempo aproximado de 05 minutos. (Vargas, 2005).

### **Localización**

El centro turístico los baños termales de San Mateo se ubica a 5.00 km de la ciudad de Moyobamba políticamente pertenece al distrito de Moyobamba, la provincia de Moyobamba, departamento de San Martín; dentro del centro turístico se encuentran las dos piscinas de las cuales se determinó la calidad del agua, la piscina semi olímpica se encuentra entre las coordenadas planas UTM datum WGS 84. ESTE: 0281891 / NORTE: 9328170 a una altura de 961 m.s.n.m. la piscina mediana se encuentra entre las coordenadas planas UTM datum WGS 84. ESTE: 0281902 / NORTE: 9328222 a una altura de 962 m.s.n.m.

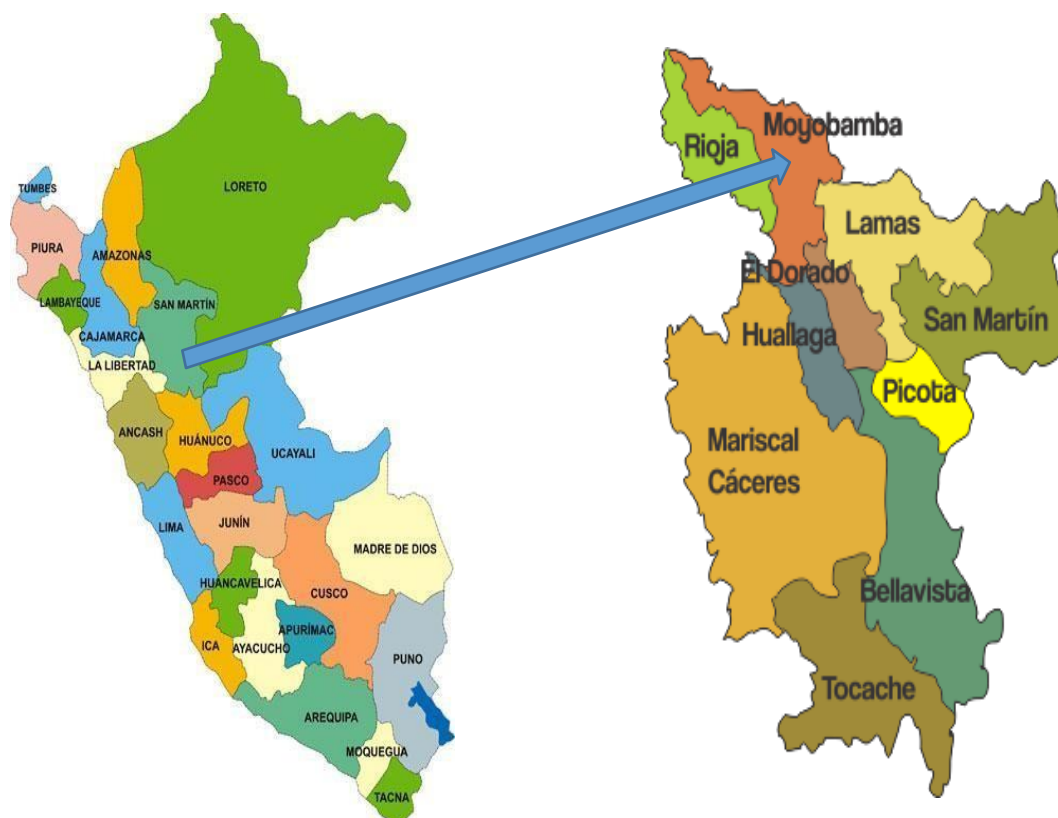


Figura 1: Macro localización.



Figura 2: Micro Localización.

### Características físicas

El clima predominante en el área de estudio tiene la presencia de lluvias con alta frecuencia entre los meses de enero a abril, entre los meses de mayo a diciembre,

llueve con menor frecuencia. Con respecto a la precipitación se presenta la siguiente tabla:

Tabla 4

*Precipitación total, mensual y promedio 10 años de Moyobamba*

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm.)														
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	No	Dic	Pro	Tot
2004	54.	96.	125	89.	110	38.	69.	38.	103	115	209	97.	95.	1149
2005	77.	235	98.	159	71.	52.	47.	20.	66.	150	198	154	111	1332
2006	136	192	166	70.	34.	31.	43.	103	98.	150	102	185	109	1317
2007	139	50.	185	147	110	16.	33.	109	123	140	200	161	118	1418
2008	94.	206	224	90.	75.	100	53.	30.	119	165	106	129	116	1396
2009	204	164	97.	167	115	94.	58.	41.	117	108	69.	45.	107	1284
2010	53.	184	109	129	144	55.	62.	33.	79	104	123	112	99.	1192
2011	75.	106	288	86.	30.	44.	63.	23.	79.	129	144	225	108	1296
2012	150	132	237	166	82.	63.	34.	50.	80	137	88.	152	114	1375
2013	137	105	307	105	117	39.	50.	138	114	113	88.	112	119	1431
TOTAL PROMEDIO 10 AÑOS													110	1319

Fuente: SENAMHI-Moyobamba, 2015

### 2.3. Definición de términos básicos

#### **Piscinas.**

Es el estanque artificial o parcialmente artificial destinado al baño recreativo o deportivo, donde el uso que se hace del agua supone un contacto primario. (**Directiva Sanitaria N° 033- MINSA, 2011**).

#### **Estándar de calidad ambiental.**

El estándar de calidad ambiental – ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el ambiente (aire, agua o suelo) que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (**MINAM, 2015**).

#### **Estanque.**

Infraestructura principal de la piscina que contiene el volumen de agua necesario para el baño. (**Directiva Sanitaria N° 033- MINSA, 2011**).

**Piscina privada de uso colectivo.**

Piscina cuya administración es realizada por clubes, asociaciones, colegios u otras instituciones similares, en la cual se restringe el acceso a los usuarios no autorizado. **(Directiva Sanitaria N° 033- MINSA, 2011).**

**Piscina pública.**

Piscina que es administrada por persona natural o jurídica, gubernamental, municipal o de beneficencia, en la cual hay acceso restringido de usuarios. **(Directiva Sanitaria N° 033- MINSA, 2011).**

**Sistema de recirculación.**

Sistema de abastecimiento de agua de la piscina que debe permitir la recirculación del agua las veces establecidas en el reglamento sanitario de piscinas. **(Directiva Sanitaria N° 033- MINSA, 2011).**

**Agua cruda.**

Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometida a procesos de tratamiento, **(DS N° 031 – 2010 – S.A. Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano, 2010).**

**Consumidor.**

Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo. **(DS N° 031 – 2010 – S.A. Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano, 2010).**

**Límite máximo permisible.**

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua. **(DS N° 031 – 2010 – S.A. Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano, 2010).**

**Monitoreo.**

Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua. **(MINAM, 2015).**

**Vigilancia Sanitaria.**

Un sistema conducido por la Autoridad de Salud, el cual está conformado por consumidores, proveedores, instituciones de salud y de supervisión de ámbito local, regional y nacional. **(Directiva Sanitaria N° 033- MINSA, 2011).**

**Calidad del agua.**

Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano. **(DS N° 031 – 2010 – S.A. Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano, 2010)**

**Contaminación.**

Es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los usos del agua. **(MINAM, 2015).**

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Sistema de hipótesis**

##### **Hi: Hipótesis de investigación**

Al determinar la calidad físico-química y bacteriológica del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo se determinó que los resultados cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua.

##### **Ho: Hipótesis nula**

Al determinar la calidad físico-química y bacteriológica del agua de las piscinas del centro turístico los Baños Termales de San Mateo se determinó que los resultados no cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua.

#### **3.2. Sistema de variables**

##### **Variable independiente (X)**

Calidad física, química y bacteriológica del agua.

##### **Variables dependiente (Y)**

Uso de piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo.

#### **3.3. Tipo de método de la investigación**

##### **3.3.1. De acuerdo a la orientación.**

Básica

##### **3.3.2. De acuerdo a la técnica de contrastación:**

Descriptiva

#### **3.4. Diseño de investigación**

La presente investigación obedece a un diseño de tipo **no experimental transaccional descriptivo comparativo**, debido a que se observan y describen los fenómenos tal como se presentan en forma natural; Su objetivo es indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables (dentro del enfoque cuantitativo) o ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad, un

evento, un contexto, un fenómeno o una situación (describirla, como su nombre lo indica dentro del enfoque cualitativo)

A través de este diseño de investigación se obtendrá la suficiente información para aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

### **3.5. Población y muestra**

#### **Población**

El volumen total del agua en la piscina semi olímpica es de  $409.50 \text{ m}^3$  y en la piscina mediana es de  $111.63 \text{ m}^3$  ambas ubicadas en el centro turístico los baños termales de San Mateo.

#### **Muestra**

Se utilizó un total de  $0.02 \text{ m}^3$  de agua,  $0.002 \text{ m}^3$  como muestra por cada parámetro que se analizó de ambas piscinas.

### **3.6. Técnicas de recolección de datos**

Se determinó la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de san mateo, en primer lugar se procedió al reconocimiento del área de estudio, se realizó una entrevista con el personal de operación y mantenimiento del lugar a fin de conocer cómo funciona el sistema, en segundo lugar se procedió a la identificación de los puntos de muestreo y la respectiva toma de muestras de ambas piscinas con el objetivo de determinar la calidad del agua, en tercer lugar se procedió a la interpretación al procesamiento y análisis de la información generada en campo. La toma de muestras y la medición se realizó en dos puntos diferentes uno por cada piscina del centro turístico los Baños Termales de San Mateo.

#### **Etapas preliminar:**

- Se recopiló información bibliográfica secundaria.
- Se analizó información recopilada.
- Se hizo el reconocimiento y observación del área de estudio.



- Se entrevistó con el administrador, personal de limpieza y personal de seguridad del centro turístico los baños termales de san mateo.
- Se realizó la Identificación y selección de materiales e instrumentos para ser utilizado en campo.

**Etapas de campo:**

Se reconoció la principal fuente alimentadora a las dos piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo.

Se realizó el reconocimiento y geo referenciación de principales puntos de muestreo y de los puntos de descarga del agua de las dos piscinas del centro turístico los Baños Termales de San Mateo.

Se realizó la toma de muestras de agua en las zonas de muestreo para análisis in situ y en laboratorio.

**Etapas de gabinete**

Se procedió al análisis de la información generada en campo así como de la información secundaria.

Se realizó la interpretación de los resultados de laboratorio a través de la determinación fisicoquímica y bacteriológica de los parámetros estudiados.

Se utilizó diferentes programas de ingeniería (Excel, Autocad) para generar cálculos, gráficos, y planos del sistema.

Se redactó el informe de tesis.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Evaluar la calidad del agua mediante análisis físicos, químicos y bacteriológicos (turbiedad, olor, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes termotolerantes) de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo.

De acuerdo al objetivo específico 01: Evaluar la calidad del agua mediante análisis físicos, químicos y bacteriológicos (turbiedad, olor, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes termotolerantes) de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo, se analizaron en el laboratorio Anaquimicos especialistas en caracterización físico químico y biológico de agua y saneamiento los parámetros: de turbiedad (UNT), pH (Unidad de pH), oxígeno disuelto, medición de DBO<sub>5</sub>, medición de coliformes termotolerantes (fecales), obteniendo los siguientes resultados:

##### A. En la piscina Semi olímpica



Gráfico 1: Resultados de turbidez. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

##### Interpretación:

En el gráfico 1, se aprecia que los valores obtenidos a través del laboratorio están comprendidos entre los rangos del muestreo n°4 (6 UNT) hasta el muestreo N°3 (15 UNT) de la piscina semi olímpica del centro turístico los baños termales de san mateo. La concentración del parámetro tiene un promedio de 10 UNT, podemos decir que no existe variación significativa para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro 100 UNT, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de turbiedad para la piscina semi olímpica de 10 UNT, valor que se encuentra muy por debajo del estándar nacional de calidad ambiental para agua categoría 1 sub categoría B1.

Tabla 5

*Resultados del olor como parámetro*

<b>Personas encuestadas</b>	<b>variable</b>	<b>resultado de encuestas</b>	<b>porcentaje</b>
<b>120</b>	aceptable	79	65.83%
	no	41	34.17%
	aceptable		
<b>Total</b>		120	100%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Interpretación:

En la tabla 5, se aprecia los valores obtenidos a través de la encuesta realizada en el centro turístico los baños termales de san mateo en total se hicieron 120 encuestas en cuatro fechas diferentes de las cuales se tiene como promedio 79 personas de la encuestas como aceptable que representa el 65.83% mientras que 41 personas encuestadas que consideran como no aceptable que representa el 34.17%.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro la calificación de aceptable, según los resultados obtenidos en campo a través de las encuestas tenemos un promedio de calificación del 65.83% como aceptable y 34.17% como no aceptable, ya que el valor de aceptable supera el 50% se considera este parámetro dentro de los estándares de calidad ambiental.



Gráfico 2: Resultados de pH. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

### Interpretación:

En el gráfico 2, se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos de N°1 (7.15 unidades de pH) hasta N°3 (7.48 unidades de pH) de la piscina semi olímpica del centro turístico los baños termales de san mateo, las muestras tomadas tiene un promedio de 7.34 unidades de pH, podemos decir que no existe variación significativa para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro las unidades comprendidas entre el rango de “6 a 9” unidades de pH, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de pH para la piscina semi olímpica de 7.34 unidades de pH, valor que se encuentra dentro del rango establecido en los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1 sub categoría B1 para este parámetro.



*Gráfico 3:* Resultados de oxígeno disuelto. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

#### Interpretación:

En el gráfico 3 se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos de N°4 (**4 mg/L**) hasta N°1 (**5 mg/L**) de la piscina semi olímpica de los baños termales de san mateo, las muestras tomadas tiene un promedio de 4.25 mg/L, podemos decir que no existe variación significativa para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro 5 mg/L, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de oxígeno disuelto para la piscina semi olímpica de 4.25 mg/L, valor que se encuentra dentro del rango establecido en los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1 sub categoría B1 de este parámetro.



Gráfico 4: Resultados del DBO<sub>5</sub>. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

#### Interpretación:

En el gráfico 4, se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos de N°4 (5 mg/L) hasta N°1 (12 mg/L) de la piscina semi olímpica del centro turístico los baños termales de san mateo, las muestras tomadas tiene un promedio de 7.75 mg/L, valor que sobrepasa los estándares de calidad ambiental para agua para este parámetro categoría 1. Sub categoría B1 para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para agua categoría 1 sub categoría B1 para este parámetro 5 mg/L, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de DBO<sub>5</sub> para la piscina semi olímpica de 7.75 mg/L, valor que sobre pasa los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1 sub categoría B1 para este parámetro.

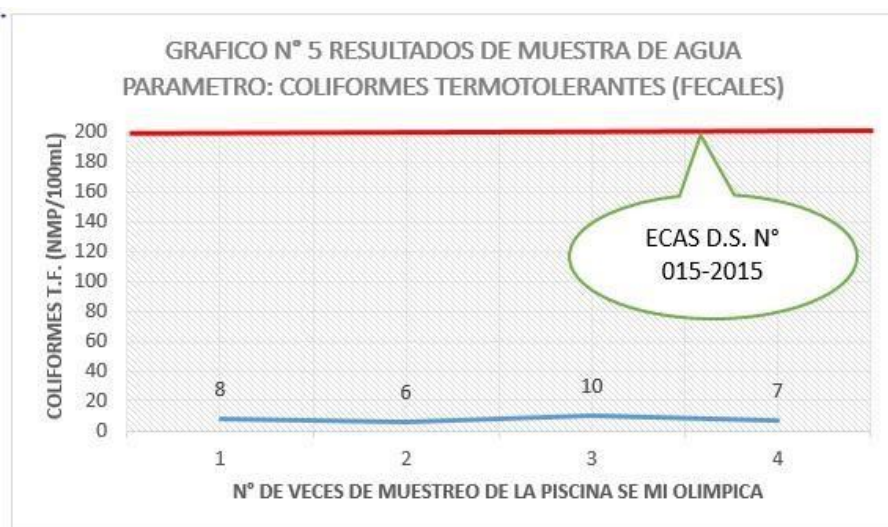


Gráfico 5: Resultados de los coliformes fecales. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

#### Interpretación:

En el gráfico 5 se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos de N°2 (6 NMP/100mL) hasta N°3 (10 NMP/100mL) de la piscina semi olímpica del centro turístico los baños termales de san mateo, las muestras tomadas tiene un promedio de 7.75 NMP/100mL, valor que se encuentra dentro del rango establecido en los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1 sub categoría B1 para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para agua categoría 1 sub categoría B1 para este parámetro 200 NMP/100mL, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de coliformes termotolerantes fecales para la piscina semi olímpica de 7.75 NMP/100mL, valor que se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1 sub categoría B1 para este parámetro.

B. En la piscina mediana:



Gráfico 6: Resultados de turbidez. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

Interpretación:

En el gráfico 6 se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos del muestreo N°2 (**8 UNT**) hasta el N° **3 (18 UNT)** de la piscina mediana del centro turístico los baños termales de san mateo. Las muestras tomadas tienen un promedio de 11.25 UNT, podemos decir que no existe variación significativa para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro 100 UNT, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de turbiedad para la piscina mediana de 11.25 UNT, valor que se encuentra muy por debajo del estándar de calidad ambiental.

Tabla 6

Resultados del parámetro olor

personas encuestadas	variable	resultado de encuestas	porcentaje
120	aceptable	87	72.5%
	no	33	27.5%
	aceptable		
<b>total</b>		120	100

Fuente: Elaboración propia, 2016.



### Interpretación:

En la tabla 6 se aprecia los valores obtenidos a través de la encuesta realizada en el centro turístico los baños termales de san mateo en total se hicieron 30 encuestas de las cuales se tiene como promedio 22 de encuestas como aceptable que representa el 73.33% mientras que 8 de encuestas como no aceptable que representa el 26.67%.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro la calificación de aceptable, según los resultados obtenidos en campo a través de las encuestas tenemos un promedio de calificación del 72.5% como aceptable y 27.5% como no aceptable, ya que el valor de aceptable supera el 50% se considera este parámetro dentro de los estándares de calidad ambiental.



Gráfico 7: Resultados de pH. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

### Interpretación:

En el gráfico 7 se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos de n°4 (7.32 unidades de pH) hasta N°3 (7.5 unidades pH) de la piscina mediana del centro turístico los baños termales de san mateo, las muestras tomadas tiene un promedio de 7.4 unidades de pH, podemos decir que no existe variación significativa para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro las unidades comprendidas entre el rango de “6 a 9” unidades de pH, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de pH para la piscina mediana de 7.4 unidades de pH, valor que se encuentra dentro del rango establecido en los estándares de calidad ambiental para agua categoría 01 sub categoría B1 de este parámetro.



Gráfico 8: Resultados de oxígeno disuelto. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

#### Interpretación:

En el gráfico 8, se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos de N°4 (4 mg/L) hasta N°1 (5 mg/L) de la piscina semi olímpica de los baños termales de san mateo, las muestras tomadas tiene un promedio de 4.25, podemos decir que no existe variación significativa para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro 5 mg/L, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de oxígeno disuelto para la piscina semi olímpica de 4.25 mg/L, valor que se encuentra dentro del rango establecido en los estándares de calidad ambiental para agua categoría 01 sub categoría B1 para este parámetro.

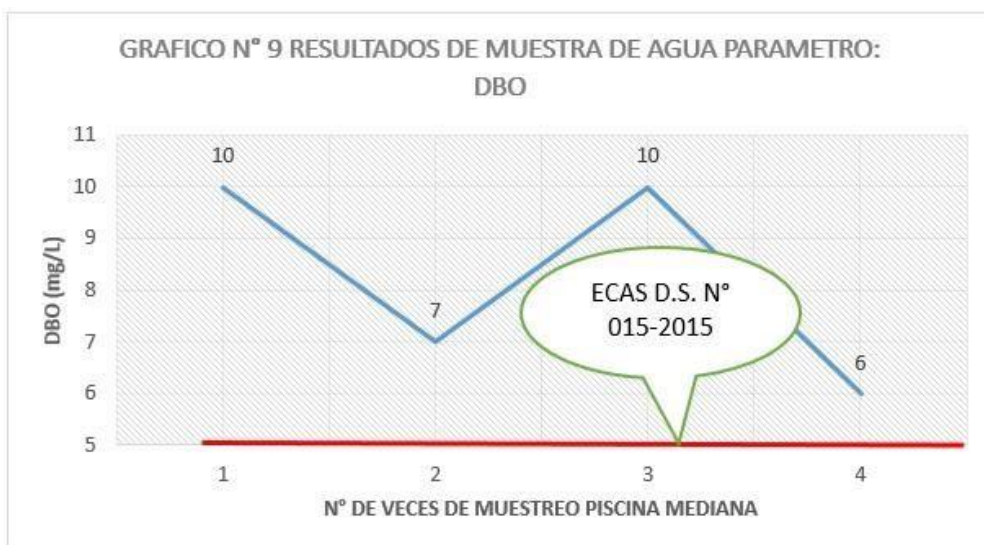


Gráfico 9: Resultados de DBO<sub>5</sub>. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

#### Interpretación:

En el gráfico 9 se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos de N°4 (6 mg/L) hasta N°1 (10 mg/L) de la piscina mediana del centro turístico los baños termales de san mateo, las muestras tomadas tiene un promedio de 8.25 mg/L, valor que sobrepasa el límite para este parámetro establecido en el estándar de calidad ambiental para agua categoría 1. Recreacional B1 contacto primario.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro 5 mg/L, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de DBO<sub>5</sub> para la piscina mediana de 8.25 mg/L, valor que sobre pasa los estándares de calidad ambiental para este parámetro.



Gráfico 10: Resultados de coliformes fecales. (Fuente: Elaboración propia, 2016)

#### Interpretación:

En el gráfico 10 se aprecia que los valores obtenidos a través de laboratorio están comprendidos entre los rangos de N°1 (7 NMP/100mL) hasta N°3 (12 NMP/100mL) de la piscina mediana del centro turístico los baños termales de san mateo, las muestras tomadas tiene un promedio de 8.75 NMP/100mL, valor que se encuentra dentro del rango establecido en los estándares de calidad ambiental para este parámetro.

El decreto supremo N° 015-2015 MINAM, considera como estándar de calidad ambiental para este parámetro 200 NMP/100mL, según los resultados obtenidos en el laboratorio tenemos un promedio de coliformes termotolerantes fecales para la piscina mediana de 8.75 NMP/100mL, valor que se encuentra dentro del estándar de calidad ambiental para este parámetro.

**4.2. Determinar si los parámetros evaluados del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo cumple con los estándares de calidad ambiental para poder ser considerada de uso recreacional.**

De acuerdo al objetivo específico 02: Determinar si los parámetros evaluados del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo cumple con los estándares de calidad ambiental para poder ser considerada de uso recreacional. Para lo cual se ha presentado una compilación de datos registrados los cuales serán comparados con los ECAs para agua de uso recreacional.

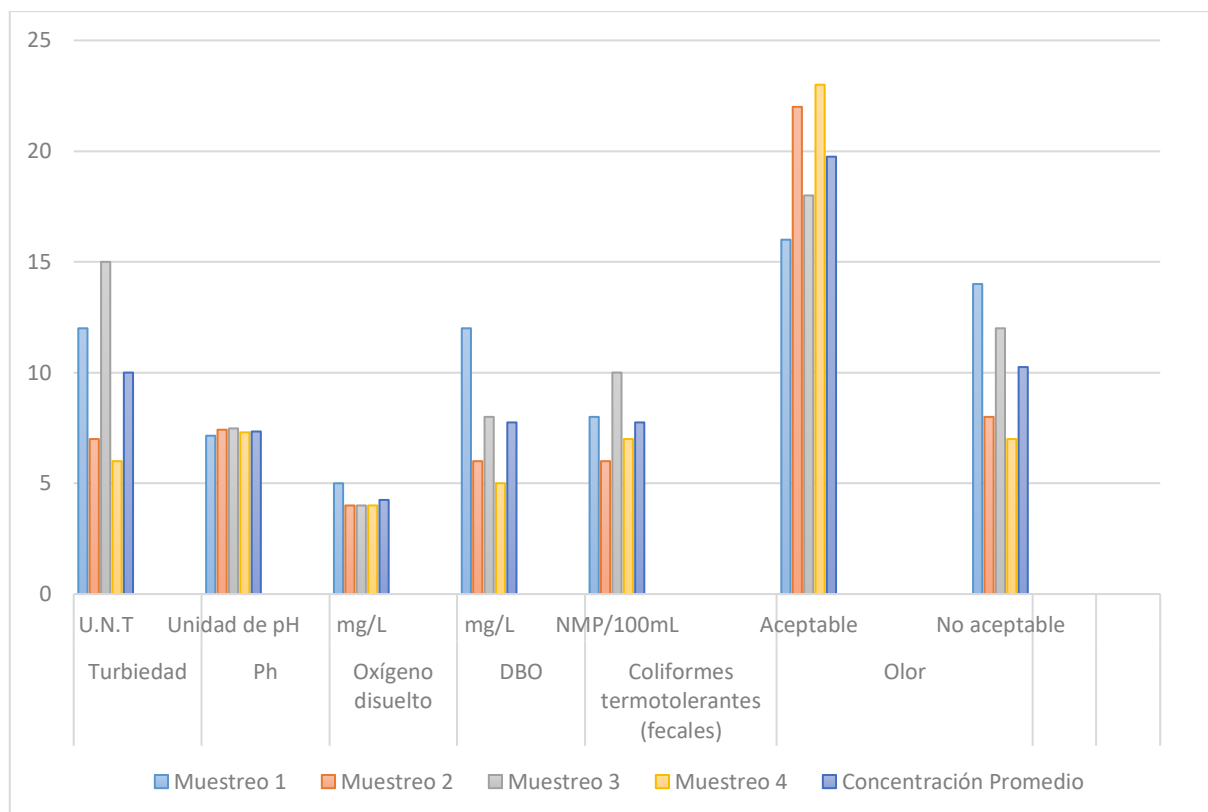
A. En la piscina Semi olímpica:

Tabla 7

*Resumen de los parámetros medidos en la piscina Semi- olímpica del centro turístico los Baños Termales de San Mateo.*

<b>Resumen de los parámetros medidos en la piscina semi olímpica</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Und</b>	<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>	<b>Concentración Promedio</b>
<b>Turbiedad</b>	U.N.T	12	7	15	6	10
<b>pH</b>	Unidad de pH	7.15	7.42	7.48	7.30	7.34
<b>Oxígeno disuelto</b>	mg/L	5	4	4	4	4.25
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	12	6	8	5	7.75
<b>Coliformes termotolera ntes (fecales)</b>	NMP/100mL	8	6	10	7	7.75
	Aceptable	16	22	18	23	19.75
<b>Olor</b>	No aceptable	14	8	12	7	10.25

Fuente: Elaboración propia, 2016.



*Gráfico 11:* Resumen de los parámetros medidos en la piscina Semi- olímpica del centro turístico los baños termales de San Mateo. (Fuente: Tabla 7)

#### Interpretación:

En el grafico 11 se muestra el resumen los resultados, de la piscina semi- olímpica, de los parámetros de estudio; las unidades de medida de cada parámetro establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, los resultados obtenidos y la concentración promedio por cada parámetro, estos resultados obtenidos se van a comparar con los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 1 poblacional y recreacional y en la sub categoría B1 agua recreacional de contacto primario, las cuales han arrojado valores poco variables para cada parámetro los cuales no son muy elevados, pero pueden afectar de alguna forma a los bañistas.

Tenemos a los valores de turbidez cuyo valor es 10 UNT y está muy bien pues está permitido hasta los 100 UNT; el valor según los ECAs para el potencial de Hidrógeno es de 7- 8.5 y el valor promedio fue 7.34, el cual se encuentra dentro de lo permitido; se está demostrando que es agua poco oxigenada al tener un valor de 4.25 mg/L el cual está por debajo de lo que nos demuestra los ECAs, este valor está relacionado con el

DBO<sub>5</sub> cuyo valor mientras suba va a quitar lo prioritario al agua que es oxígeno, así pues su valor es 7.75 mg/L mayor de lo esperado; el valor de los coliformes fecales para este tipo de uso de agua ha demostrado ser menor y por ende no debe existir muchas infecciones; el valor del olor para el agua es un parámetro accesible por el ser humano, por eso se realizó la encuesta en la cual se demostró la aceptabilidad de la población.

Es importante resaltar que aun cuando el agua de la piscina semi olímpica del centro turístico los baños termales de San Mateo cumpla con los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1 subcategoría B1 para uso recreacional con contacto primario, debe igualmente pasar por un tratamiento a efectos de cumplir con los límites de calidad sanitaria del agua establecidos en el reglamento sanitario de piscinas por el decreto supremo N° 007-2003 y también de cumplir con los índices de calificación sanitaria para piscinas públicas y/o privadas aprobada por la directiva sanitaria N° 033 – MINSA/DIGESA-V.01 que se determinó dicha calificación en el anexo N°01.

Tabla 8

*Resumen de los parámetros medidos en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo.*

Resumen de los parámetros medidos en la piscina mediana						
Parámetros	Und	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Concentración
		1	2	3	4	Promedio
<b>Turbiedad</b>	U.N.T	10	8	18	9	11.25
<b>pH</b>	Unidad de pH	7.38	7.40	7.5	7.32	7.4
<b>Oxígeno disuelto</b>	mg/L	5	4	4	4	4.25
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	10	7	10	6	8.25
<b>Coliformes termotolerantes (fecales)</b>	NMP/100m L	7	8	12	8	8.75
	Aceptable	22	25	20	20	21.75
<b>Olor</b>	No Aceptable	8	5	10	10	8.25

Fuente: Elaboración propia, 2016.



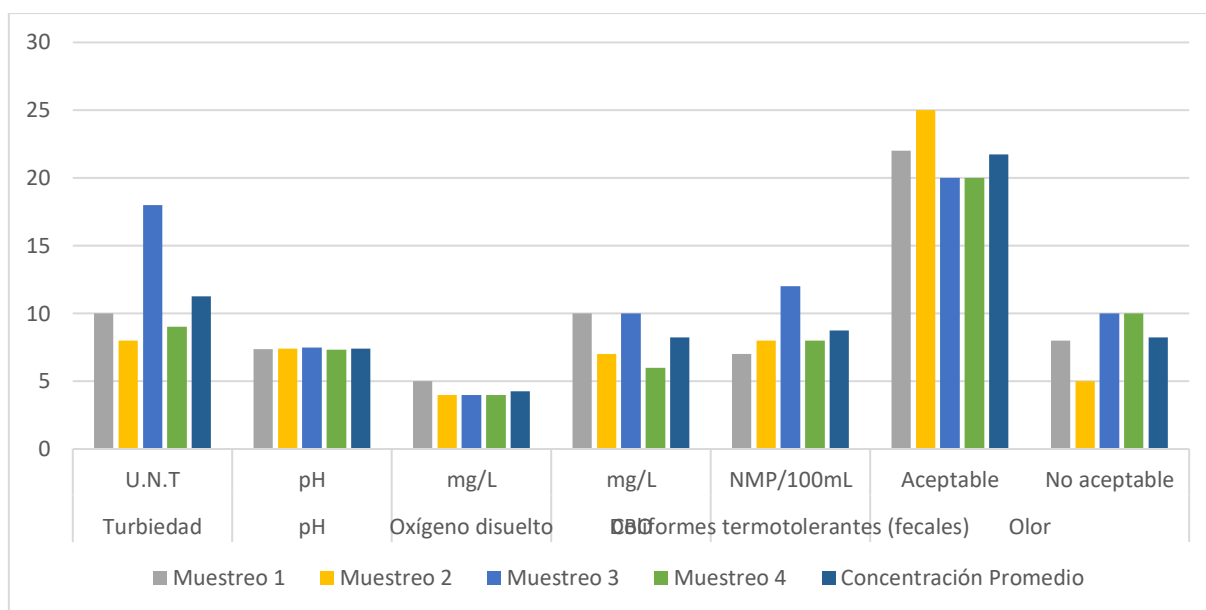


Gráfico 12: Resumen de los parámetros medidos en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo. (Fuente: Tabla 8)

### Interpretación:

En el gráfico 12 se muestra el resumen de los parámetros de estudio, de la piscina mediana, los resultados obtenidos y la concentración promedio por cada parámetro, estos resultados obtenidos se van a comparar con los estándares de calidad ambiental para agua en la categoría 1 poblacional y recreacional y en la sub categoría B1 agua recreacional de contacto primario; cuyos parámetros no son muy variables como los anteriores resultados pero que de cierta forma se encuentra en forma más elevada en este piscina, dando a notar su mayor insistencia en la calidad que debe presentar.

Tenemos a los valores de turbidez cuyo valor es 11.25 UNT se encuentra bien, pues está permitido hasta los 100 UNT; el valor según los ECAs para el potencial de hidrogeno es de 7- 8.5 y el valor promedio fue 7.4, el cual se encuentra dentro de lo permitido; se está demostrando que es agua poco oxigenada al tener un valor de 4.25 el cual está por debajo de lo que nos demuestra loa ECAs, el valor del DBO<sub>5</sub> es 8.25 mg/L mayor de lo esperado; el valor de los coliformes fecales para este tipo de uso de agua ha demostrado ser menor con un valor de 8.75 UFC; el valor del olor para el agua es un parámetro demostrado mediante el criterio del ser humano, por eso se realizó la encuesta en la cual se demostró la aceptabilidad de la población.

Es importante resaltar que aun cuando el agua de la piscina mediana del centro turístico los baños termales de San Mateo cumpla con los estándares de calidad ambiental para agua categoría 1 subcategoría B1 para uso recreacional con contacto primario, debe

igualmente pasar por un tratamiento a efectos de cumplir con los límites de calidad sanitaria del agua establecidos en el reglamento sanitario de piscinas por el decreto supremo N° 007-2003 y también de cumplir con los índices de calificación sanitaria para piscinas públicas y o privadas aprobada por la directiva sanitaria N° 033 – MINSA/DIGESA-V.01 que se determinó dicha calificación en el anexo N°01.

#### **4.3. Discusión de resultados**

En el trabajo de investigación titulado: “Evaluación de la calidad del agua para uso recreacional y propuesta de plan de manejo en la micro cuenca del río Estancias de la Parroquia Río Negro- Cantón Baños provincia de Tungurahua- Ecuador”, por **Haro (2013)**, se observó los parámetros como, coliformes fecales, aceites y grasas, los cuales sobrepasan los límites permisibles establecidos por el TULAS, de aguas recreacionales de contacto primario, esto se debe a que la micro cuenca baja del río Estancias se encuentra intervenida por áreas recreacionales y piscícolas y alteran los parámetros; también se tomaron medidas de los parámetros: coliformes fecales, OD, DBO<sub>5</sub>, y otros que demostraron estar acordes a los estándares de calidad para aguas de contacto primario de uso recreacional; demostrando en contraste con los resultados obtenidos en esta tesis, en donde se ha demostrado que existen cierta cantidad de UFC, pero no lo suficiente para alterar la salud de los bañistas, y en cuanto a los demás parámetros se ha demostrado su valor aceptable para el agua de uso recreacional según la norma de los Estándares de Calidad Ambiental.

**Flores (2011)** en su investigación “Calidad bacteriológica de las principales playas de la bahía de Acapulco, Guerrero.”, concluye que el comportamiento de las concentraciones de bacterias totales y fecales presenta una clara relación con la afluencia turística, ya que presentaron sus máximas concentraciones en los meses de marzo y abril y fueron menores en diciembre, previo al inicio de la temporada alta de invierno. En la presente investigación se demuestra que la influencia del contenido de coliformes fecales no fue por influencia de turistas, más bien radica en el uso de las personas sin un adecuado aseo, el cual puede ayudar en la proliferación de microorganismos, se observó también que el uso de mayor frecuencia lo tiene la piscina

mediana en la cual según los datos monitoreados existe mayor proliferado la mayor cantidad de coliformes.

En la investigación realizada por **Díaz (2011)**, titulada: “Calidad físico-química y microbiológica del agua en parques acuáticos”, nos dice que el deterioro del recurso hídrico en el uso recreativo en parques acuáticos está directamente relacionado al número de bañistas, por lo que se hace necesario incluir en el proyecto de norma mexicana un aparte respecto a los volúmenes máximos de bañistas por metro cuadrado en piscinas públicas, con el fin de controlar este aspecto, disminuyendo los procesos de contaminación y los riesgos en salud pública para los usuarios; en esta investigación se demuestra la influencia de la cantidad de bañistas en la proliferación de coliformes fecales, la cual también está arraigado a otros factores, si hablamos del número de bañistas como un factor determinante nos permitiríamos empezar a definir un sistema de tratamiento al agua que este de acorde con la topografía, hábitos, costumbres, tecnología y un buen análisis técnico a fin de mejorar la calidad del servicio, otro aspecto muy importante es la capacitación en educación sanitaria tanto a los encargados de la operación y mantenimiento como a los usuarios de este servicio, y por ultimo llevar un registro diario de la calidad del agua de las piscinas mediante análisis in situ y en laboratorio.

En la investigación titulada: “Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la laguna de los padres (Buenos Aires, Argentina)” realizada por **Deza (2006)**, concluyó que es preciso que las autoridades y organismos competentes, diseñen estrategias para que dentro de los programas de desarrollo turístico, se incluyan los aspectos vinculados con la preservación del medio ambiente y la protección de la salud; tomando en cuenta esta conclusión es necesario a través de estos resultados reflexionar y aceptar el compromiso junto a la responsabilidad para cada uno de nosotros y el sector salud a fin de desarrollar acciones en forma conjunta y multisectorialmente, a efectos de lograr la formalización y el mejoramiento de las condiciones sanitarias de las piscinas para que no generen riesgos en la salud de los bañistas y obtener una calificación como saludable establecida en la directiva sanitaria N°033 MINSA/DIGESA.. Llegando a esto por la realización de la determinación de la calidad físico, química y bacteriológica del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo, cual ha sido fundamental para determinar la calidad del agua de las piscinas, mediante los

parámetros de turbiedad, pH, oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub>, coliformes termotolerantes (fecales), y olor en las dos piscinas para luego compararlos con los ECAS para agua categoría 1 sub categoría B1 agua recreacional contacto primario, además de comparar los resultados de los parámetros obtenidos en laboratorio y en campo con los índices de calificación sanitaria de piscinas.

## CONCLUSIONES

- La calidad físico, química y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 1 - sub categoría B1 - uso recreacional contacto primario, por lo tanto se comprueba y acepta la hipótesis de investigación propuesta.
- Los parámetros de turbiedad, pH, oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub>, coliformes termotolerantes (fecales), monitoreados en la investigación han demostrado tener valores acordes a los estándares, pero cabe mencionas que esta aguas, por el mal aseo y otros factores han alterado la calidad de las mismas dejándose notar en la ausencia de oxígeno disuelto en el agua y el valor ligeramente alto de la demanda biológica de oxígeno.
- El uso de mayor frecuencia tiene la piscina mediana en la cual se ha registrado 8.75 UFC, la cual es mayor a los resultados obtenidos en la piscina semi olímpica en donde existe mayor volumen de agua pero menor proliferación de microorganismos pues se encontró un valor de 7.75 UFC.
- Más del 50 % de las personas encuestadas ha denominado el olor del agua de las piscinas como aceptable, siento este un parámetro medido por el criterio de las personas según la normativa.
- La calidad físico, química y bacteriológica del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo no cumple con los Índices de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS) establecidos en la Directiva Sanitaria N° 033 – MINSA/DIGESA – V.01, en el ámbito que el D.S. 007-2003-SA “Reglamento Sanitario de Piscinas), establece y de aplicación a nivel nacional.
- El criterio control para la piscina semi olímpica, de calidad microbiológica un puntaje de 0.00 unidades, el criterio control de calidad de equipamiento e

instalaciones tiene un puntaje de 0.075 unidades, el criterio control de calidad de limpieza tiene un puntaje de 0.113 unidades y el criterio de control de ordenamiento documentario tiene un puntaje de 0.12 unidades, sumando en total 0.308 unidades, lo que la ubica en la calificación de no saludable según la D.S. N° 033 –MINSA/DIGES – V.01.

- El criterio control para la piscina mediana de calidad microbiológica un puntaje de 0.00 unidades, el criterio control de calidad de equipamiento e instalaciones tiene un puntaje de 0.075 unidades, el criterio control de calidad de limpieza tiene un puntaje de 0.113 unidades y el criterio de control de ordenamiento documentario tiene un puntaje de 0.12 unidades, sumando en total 0.308 unidades, lo que la ubica en la calificación de no saludable según la D.S. N° 033 –MINSA/DIGES – V.01.
- La investigación realizada nos permitió conocer un área muy importante acerca de nuestra especialidad de Ingeniería Sanitaria como es el uso del agua para fines de recreación, prevenir riesgos en la salud de los usuarios de estos centros recreativos, prevenir riesgos en la salud de los cuerpos receptores del efluente del agua de las piscinas y a además de dar un uso adecuado del agua de las piscinas evitando el desperdicio del agua. Por lo tanto concluimos mencionando que los aportes realizados contribuyen al conjunto de los conocimientos de áreas afines como a una nueva visión de las ciencias sanitarias.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a futuros investigadores realizar estudios de investigación del grado de afectación del efluente de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo a la quebrada Rumiayacu, la misma que se está utilizando actualmente como cuerpo receptor.
- Se recomienda elaborar un sistema de recirculación del agua, el que contara con filtración y desinfección del agua para su uso recreacional, para de esta manera controlar y mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua.
- Se recomienda definir un sistema de tratamiento al agua que este de acorde con la topografía, hábitos, costumbres, tecnología y un buen análisis técnico a fin de mejorar la calidad del servicio que recibirán todos los bañistas.
- Se recomienda realizar constantemente un conjunto de capacitaciones en educación sanitaria tanto a los encargados de la operación y mantenimiento como a los usuarios de este servicio, pues de esta manera se crearía más conciencia en la utilización y limpieza de las piscinas.
- Se recomienda realizar periódicos y constantes monitoreos, para evitar la desestabilización de la calidad de las piscinas, y así evitar el peligro que esta pueda significar para la salud de los bañistas.
- Se recomienda al personal de salud de las direcciones de salud que es la entidad encargada de calificar como saludable o no saludable a una piscina a realizar muestreos del agua de las piscinas en la temporada de verano como mínimo en forma mensual.
- Se recomienda al operador de las piscinas contar con un cuaderno o libro de registro donde deberá anotar diariamente los siguientes datos: fecha y hora de muestreo; temperatura ambiental y temperatura del agua de la piscina; cloro residual; grado de transparencia; cantidades e insumos para la desinfección del agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo O., (2016). *Evaluación de la calidad del agua para uso recreativo de la playa Tamarindos ubicada en Acapulco, Guerrero*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Becerra, J. (2010). *Revista del comité intersectorial de agua, saneamiento, salud y medio ambiente*. Lima, Perú.
- Blanco, H. (2004). *Indicadores bacterianos no habituales de la Calidad de Agua en las piscinas estado de Aragua*. Venezuela.
- Brandalise, V., Nadal, F., Rodríguez, M. I., Larrosa, N., Ruiz, M., Halac, S., Olivera, P., (2012). *Evaluación y valoración de la calidad del agua del embalse San Roque (Cordoba) para uso recreativo*. Argentina.
- Carias, L.E. y Jeres, A. (2009). *Programa para la evaluación de la calidad de las aguas de las playas en el municipio del Antiguo Cuscatlan*. El Salvador.
- Deza, A. (2006). *Indicadores bacterianos de Calidad de Agua Recreacional en la laguna de los padres*. Buenos Aires, Argentina.
- Díaz, B. (2011). *Calidad Físico – Química y Microbiológica del agua en Parques Acuáticos*. México.
- Directiva Sanitaria N° 033- MINSA (2011). *Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo*. Dirección General de Salud Ambiental. V 01. Lima. Perú.
- D.S. N° 031-2010-SA. *Reglamento de la calidad de agua para consumo humano*, Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud.



- Flores, M. A. (2011). *Calidad Bacteriológica de las principales Playas de la Bahía de Acapulco*. México.
- García, B., González, P., Larroudé, V., López, E. M., Reynoso, Y. (2015). *Calidad del agua para usos recreativos desde las perspectivas de la seguridad e higiene laboral y la salud pública*. Estudio de caso. Argentina.
- Halac S., Nadal F., Ruiz M., Rodríguez M.I., Olivera P., (2011). *Evaluación de la calidad de agua para uso recreativo del embalse San Roque, Córdoba*. Instituto Nacional del Agua. Argentina.
- Haro, A. (2013). *Evaluación de la calidad del agua para uso Recreacional y propuesta de plan de manejo en la micro cuenca del rio Estancias de la parroquia Rio Negro cantón baños provincia de Tungurahua*. Ecuador.
- Hitoshi. K. (1985). “*Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*”. Bogotá Colombia.
- Jimeno, E. (1998). *Análisis de aguas y desagües*. 1° edición. Edit. Capital. Lima Perú.
- Merk Co. (1982). *Parámetros esenciales del estado del agua. Análisis de agua*. Bogotá Colombia.
- MINAM, (2015). *Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación*. D. S. N° 015- 2015 MINAM. 3-4 Pág. Lima – Perú.
- Montserrat M. (2011) *Enfermedades más comunes relacionadas con las piscinas. Las infecciones transmitidas por las aguas recreativas son prevenibles con medidas sencillas por parte del público, los centros acuáticos y las autoridades de salud pública*. Interempres. Estados Unidos.
- Pilotto, L.S. (2008). *Epidemiología de Cianobacterias y algunas algas*. Estado de las Ciencias y las Necesidades. Ed. Hundell K. p 613 – 638. Estados Unidos.

- Ponce, R. (2013). *Lanzamiento Regional de piscinas saludables*. Gobierno Regional de Lima. Perú.
- Romero, J. A. (2002). *Calidad del agua*. 1° edición. Editorial Escuela Colombia de Ingeniería. Bogotá Colombia.
- Romero, J. A. (2005). *Calidad del agua*. 2° edición. Editorial Escuela Colombia de Ingeniería. Bogotá Colombia.
- Romero, J. A. (2009). *Calidad del agua*. Tercera edición. Edit. Escuela Colombia de Ingeniería. Bogotá, Colombia.
- Sancha F. (1977). *Estudio limnológico de la laguna de Aculeo*. Santiago Chile.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú)-Moyobamba (2015). *Boletín Hidrometeorológico de San Martín*. Perú.
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua-Evaluación y diagnóstico*. 1ª Edición. Medellín: Ediciones de la U.
- Saracho, M.; Segura, L.; Moyano, P.; Rodríguez, N.; Carignano, E. (2006). *Evaluación preliminar de la aptitud del agua del río Del Valle para uso recreacional*. Ciencia, Vol. 2. Argentina.
- Taborga, H. (1980). *Tipo de Investigación y orientación. Como Hacer una Tesis*. México.
- Von Sperling, M. (2012). *Introducción a la calidad del agua y al tratamiento de aguas residuales primera edición*. Brasil.
- Vargas P. (2005). *Baños Termales de San Mateo - Mostrando al Mundo Nuestra Imagen*. Moyobamba. Perú. [http: richard@moyobamba.net](http://richard@moyobamba.net)

## **ANEXOS**

**ANEXO 01:****Determinación de la calidad sanitaria del agua de las piscinas a través del índice de calificación sanitaria de piscinas públicas y/o privadas de uso colectivo según directiva sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA – V.01.****1. Determinación de la calificación sanitaria de la piscina semi olímpica****A. Determinación de control de calidad microbiológica de la piscina semi olímpica.**

El control de calidad microbiológica del agua de la piscina queda establecida bajo 3 variables: cloro residual, coliformes termotolerantes y turbiedad, cada una de las cuales tienen rangos de valores y el puntaje que les corresponde, acorde con la presencia de cloro residual (miligramo por litro) en rango adecuado, densidad de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) y presencia de turbiedad (unidades de turbiedad), estableciéndose la siguiente calificación:

Tabla 9

*Determinación de Control de Calidad Microbiológica*

Variable	Valor obtenido en laboratorio	Rango de valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
Cloro residual	0 mg/L	>0.4 mg/L y < 1.2 mg/L	0.15	Buena	0.00
		< 0.4 mg/L	0.00	Mala	
Coliformes termotolerantes	7.75 NMP/100 mL	Ausencia	0.15	Buena	0.00
		Presencia	0.00	Mala	
Turbiedad	10 UNT	< 5.0 UNT	0.05	Buena	0.00
		5.0 UNT o más	0.00	Mala	
Total calidad microbiológica					0.00

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La calidad microbiológica del agua de la piscina según la tabla 9 donde se comparó los resultados obtenidos en laboratorio con los rangos establecidos por la directiva sanitaria 033 MINSA/DIGESA – V.01. Determinamos que la calificación para el cloro residual es mala ya que tiene un puntaje de 0.00 al no existir presencia de cloro residual, la calificación para los coliformes termotolerantes es mala ya que tiene un puntaje de 0.00 al superar el límite establecido, y para la turbiedad tenemos una calificación de mala porque tiene un puntaje de 0.00 al superar el límite establecido

para este parámetro, por lo tanto el puntaje para la calidad microbiológica es de 0.00 y la calificación es Mala.

### B. Determinación de control de calidad de equipamientos e instalaciones.

El criterio de control de calidad de equipamientos e instalaciones se divide en 3 variables: servicios higiénicos y ducha, lavapiés y sistema de recirculación.

Los rangos de valor para control de calidad de equipamiento e instalaciones, puntaje y calificación que se establece para las variables son:

Tabla 10

*Determinación de control de calidad de equipamiento e instalaciones*

Variable	Valor obtenido en campo	Rango de valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
Servicios higiénicos y ducha	SI	S.H. y duchas disponibles, limpios y en funcionamiento	0.075	Presencia	0.075
		S.H. y duchas sucios o malogrados o ausentes	0	Ausencia	
Lavapiés	NO	Disponibles limpios, funcionando y con solución desinfectante.	0.075	Presencia	0
		Ausentes o sucios o malogrados, o sin solución desinfectante.	0	Ausencia	
Sistema de recirculación	NO	Instalado y en operación	0.21	Buena	0
		Instalado y malogrado (en estado inoperativo)	0.1	Regular	
		no tiene	0	Mala	
Total de calidad de equipamiento e instalaciones					0.075

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La calidad de los equipamientos e instalaciones de la piscina según la tabla 10, donde se comparó los resultados obtenidos en campo con los rangos establecidos por la directiva sanitaria 033 – MINSA/DIGESA – V.01.

Determinamos que la calificación para los servicios higiénicos y ducha es buena ya que si existen y están limpios y en funcionamiento por lo mismo que tiene un puntaje de 0.075, el puntaje para la variable de Lavapiés es 0.00 ya que hay ausencia de esta

variable y para la variable del sistema de recirculación de la piscina el puntaje es 0.00 ya que no existe esta variable en la piscina semi olímpica.

### C. Determinación de control de calidad de limpieza.

Este criterio se divide en 2 variables, limpieza del local y limpieza del estanque, cada una de estas variables tienen tres (03) rangos de valor a los cuales se le ha dado un puntaje y una calificación (buena, regular o mala), las que se determinan por el estado sanitario que se observa, en el día de la visita en campo.

Los rangos de valor para el control de calidad de limpieza, puntaje y calificación que se establece para las variables son:

Tabla 11

*Determinación control de calidad de limpieza*

Variable	Valor obtenido en campo	Rango de valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
Limpieza del local	SI	Hay recipientes para residuos y el local está limpio.	0.075	Buena	0.075
		Hay recipientes para residuos y hay residuos sólidos dispersos.	0.04	Regular	
		Ausencia de recipientes y el local está sucio.	0.00	Mala	
		Limpio y ausencia de solidos flotantes	0.075	Buena	
Limpieza del estanque	SI	Limpio y presencia de solidos flotantes dispersos	0.038	Regular	0.038
		Sucio y presencia de solidos flotantes abundantes	0.00	Mala	
		Total de calidad y limpieza			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La calidad de limpieza según la tabla 11 donde se comparó los resultados obtenidos en campo con los rangos establecidos en la directiva sanitaria 033 – MINSA/DIGESA – V.01.

Determinamos que la calificación para la variable limpieza del local es buena ya que cuenta con recipientes para residuos y el local está limpio por lo mismo que la puntuación para esta variable es de 0.075 y para la variable de limpieza del estanque la calificación es regular y su puntaje es de 0.038 ya que hay presencia de sólidos dispersos tales como hojas, pelos, bolsas, etc.

#### D. Determinación de control de ordenamiento documentario

Este criterio se divide en dos (02) variables las cuales se evaluaron en campo: libro de registro y aprobación sanitaria, cada una de estas variables tienen dos (02) rangos de valor a los cuales se le ha dado un puntaje y una calificación (buena o mala), las que se determinan por la existencia o no de los documentos indicados.

Los rangos de valor para el control de ordenamiento documentario, puntaje y calificación que se establecen para las variables son:

Tabla 12

*Determinación de control de ordenamiento documentario*

Variable	Valor obtenido en campo	Rango de valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
Libro de registro	NO	Libro de registro presente y al día.	0.02	Buena	0
		No hay libro o no está al día.	0	Mala	
Aprobación sanitaria	SI	Cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	0.12
		No cuenta con autorización sanitaria o no está vigente.	0	Mala	
Total calidad de ordenamiento documentario					0.12

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La calidad del control de ordenamiento documentario según la tabla 12 donde se comparó los resultados obtenidos en campo con los rangos establecidos en la directiva sanitaria 033 – MINSA/DIGESA – V.01.

Determinamos que la calificación para la variable libro de registro es mala ya que no cuenta con el mismo y para la variable aprobación sanitaria la calificación es buena ya que cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente obteniendo un puntaje de 0.12.

### **Calificación sanitaria de las piscina semi olímpica.**

De la piscina se obtendrá una calificación sanitaria según los resultados obtenidos en la determinación de la calidad de los cuatro criterios los que se definirán como: saludable, regularmente saludable y no saludable, de acuerdo a los puntajes obtenidos del ICSPS.

La piscina semi olímpica presenta un valor obtenido según los resultados de los índices de calificación sanitaria de piscinas de 0.308 por lo que se ubica en la calificación de no saludable según la siguiente tabla:

Tabla 13

#### *Calificación sanitaria para la piscina semi olímpica*

Calificación sanitaria	Rango de valores de ICSPS
Saludable	0.80 - 1
Regularmente saludable	0.4 - 0.79
<b>No saludable</b>	<b>0 - 0.39</b>

Fuente: Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA - V.01



## 2. Determinación de la calificación sanitaria de la piscina mediana

### A. Determinación de control de calidad microbiológica de la piscina mediana.

El control de calidad microbiológica del agua de la piscina queda establecida bajo 3 variables: cloro residual, coliformes termotolerantes y turbiedad, cada una de las cuales tienen rangos de valores y el puntaje que les corresponde, acorde con la presencia de cloro residual (miligramo por litro) en rango adecuado, densidad de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) y presencia de turbiedad (unidades de turbiedad), estableciéndose la siguiente calificación:

Tabla 14

*Determinación de control de calidad microbiológica*

Variable	Valor obtenido en laboratorio	Rango de valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
Cloro residual	0 mg/L	>0.4 mg/L y < 1.2 mg/L	0.15	Buena	0.00
		< 0.4 mg/L	0.00	Mala	
Coliformes termotolerantes	8.75	Ausencia	0.15	Buena	0.00
	NMP/100 mL	Presencia	0.00	Mala	
Turbiedad	11.25 UNT	< 5.0 UNT	0.05	Buena	0.00
		5.0 UNT o más	0.00	Mala	
Total calidad microbiológica					0.00

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La calidad microbiológica del agua de la piscina según la tabla 14 donde se comparó los resultados obtenidos en laboratorio con los rangos establecidos por la directiva sanitaria 033 MINSA/DIGESA – V.01. Determinamos que la calificación para el cloro residual es mala ya que tiene un puntaje de 0.00 al no existir presencia de cloro residual, la calificación para los coliformes termotolerantes es mala ya que tiene un puntaje de 0.00 al superar el límite establecido, y para la turbiedad tenemos una calificación de mala porque tiene un puntaje de 0.00 al superar el límite establecido para este parámetro, por lo tanto el puntaje para la calidad microbiológica es de 0.00 y la calificación es Mala.

### B. Determinación de control de calidad de equipamientos e instalaciones.

El criterio de control de calidad de equipamientos e instalaciones se divide en 3 variables: servicios higiénicos y ducha, lavapiés y sistema de recirculación.

Los rangos de valor para control de calidad de equipamiento e instalaciones, puntaje y calificación que se establece para las variables son:

Tabla 15

*Determinación de control de calidad de equipamiento e instalaciones*

Variable	Valor obtenido en campo	Rango de valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
Servicios higiénicos y ducha	SI	S.H. y duchas disponibles, limpios y en funcionamiento	0.075	Presencia	0.075
		S.H. y duchas sucios o malogrados o ausentes	0	Ausencia	
Lavapiés	NO	Disponibles limpios, funcionando y con solución desinfectante.	0.075	Presencia	0
		Ausentes o sucios o malogrados, o sin solución desinfectante.	0	Ausencia	
Sistema de recirculación	NO	Instalado y en operación	0.21	Buena	0
		Instalado y malogrado (en estado inoperativo)	0.1	Regular	
		no tiene	0	Mala	
		Total de calidad de equipamiento e instalaciones			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La calidad de los equipamientos e instalaciones de la piscina según la tabla 15 donde se comparó los resultados obtenidos en campo con los rangos establecidos por la directiva sanitaria 033 – MINSA/DIGESA – V.01. Determinamos que la calificación para los servicios higiénicos y ducha es buena ya que si existen y se encuentran limpios y en funcionamiento por lo que tiene un puntaje de 0.075, el puntaje para la variable de Lavapiés es 0.00 ya que hay ausencia de esta variable y para la variable del sistema de recirculación de la piscina el puntaje es 0.00 ya que no existe esta variable en la piscina mediana.

### C. Determinación de control de calidad de limpieza.

Este criterio se divide en 2 variables, limpieza del local y limpieza del estanque, cada una de estas variables tienen tres (03) rangos de valor a los cuales se le ha dado un puntaje y una calificación (buena, regular o mala), las que se determinan por el estado sanitario que se observa, en el día de la visita en campo.

Los rangos de valor para el control de calidad de limpieza, puntaje y calificación que se establece para las variables son:

Tabla 16

*Determinación control de calidad de limpieza*

Variable	Valor obtenido en campo	Rango de valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
Limpieza del local	SI	Hay recipientes para residuos y el local está limpio.	0.075	Buena	0.075
		Hay recipientes para residuos y hay residuos sólidos dispersos.	0.038	Regular	
		Ausencia de recipientes y el local está sucio.	0.00	Mala	
Limpieza del estanque	SI	Limpio y ausencia de solidos flotantes	0.075	Buena	0.038
		Limpio y presencia de solidos flotantes dispersos	0.038	Regular	
		Sucio y presencia de solidos flotantes abundantes	0.00	Mala	
		Total de calidad y limpieza			

*Fuente: Elaboración propia, 2016*

La calidad de limpieza según la tabla 16 donde se comparó los resultados obtenidos en campo con los rangos establecidos en la directiva sanitaria 033 – MINSA/DIGESA – V.01.

Determinamos que la calificación para la variable limpieza del local es buena ya que cuenta con recipientes para residuos y el local está limpio por lo mismo que la puntuación para esta variable es de 0.075 y para la variable de limpieza del estanque

la calificación es regular y su puntaje es de 0.038 ya que hay presencia de sólidos dispersos tales como hojas, pelos, bolsas, etc.

#### D. Control de ordenamiento documentario

Este criterio se divide en dos (02) variables las cuales se evaluaron en campo: libro de registro y aprobación sanitaria, cada una de estas variables tienen dos (02) rangos de valor a los cuales se le ha dado un puntaje y una calificación (buena o mala), las que se determinan por la existencia o no de los documentos indicados.

Los rangos de valor para el control de ordenamiento documentario, puntaje y calificación que se establecen para las variables son:

Tabla 17

*Determinación de control de ordenamiento documentario*

Variable	Valor obtenido en campo	Rango de valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por variable
Libro de registro		Libro de registro presente y al día.	0.02	Buena	0
	NO	No hay libro o no esta al día.	0	Mala	
Aprobación sanitaria		Cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	0.12
	SI	No cuenta con autorización sanitaria o no está vigente.	0	Mala	
	Total calidad de ordenamiento documentario				0.12

Fuente: Elaboración propia, 2016

La calidad del control de ordenamiento documentario según la tabla 17 donde se comparó los resultados obtenidos en campo con los rangos establecidos en la directiva sanitaria 033 – MINSA/DIGESA – V.01. Determinamos que la calificación para la variable libro de registro es mala ya que no cuenta con el mismo y para la variable Aprobación sanitaria la calificación es buena ya que cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente obteniendo un puntaje de 0.12.

### E. Calificación sanitaria de la piscina mediana.

De la piscina se obtendrá una calificación sanitaria según los resultados obtenidos en la determinación de la calidad de los cuatro criterios los que se definirán como: saludable, regularmente saludable y no Saludable, de acuerdo a los puntajes obtenidos del ICSPS.

La piscina mediana presenta un valor obtenido según los resultados de los índices de calificación sanitaria de piscinas de 0.308 por lo que se ubica en la calificación de no saludable según la siguiente tabla:

Tabla 18

*Calificación sanitaria para la piscina mediana*

Calificación sanitaria	Rango de valores de ICSPS
Saludable	0.80 - 1
Regularmente saludable	0.4 - 0.79
<b>No saludable</b>	<b>0 - 0.39</b>

Fuente: Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA - V.01

### 3. Análisis técnico de la alternativa de solución para la piscina semi olímpica

El análisis técnico de la alternativa es la solución de ingeniería que puede aplicarse en función de las condiciones físicas, económicas, ambientales, sociales y culturales.

Para el planteamiento de la alternativa de solución de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo se han tenido en consideración las siguientes premisas:

- Análisis de la calidad del agua de las piscina semi olímpica del centro turístico los baños termales de San Mateo, ya que actualmente se utiliza para uso recreacional.
- Determinación si el agua de la piscina semi olímpica cumple con los estándares de calidad ambiental.
- Las visitas técnicas de campo realizadas.

## Alternativa de solución

A través de los estudios de calidad del agua y las visitas a campo se determinó que mediante un sistema de recirculación el que contara con tres válvulas de control tipo bola, dos electrobombas de recirculación con trampa de pelos, una válvula check, un filtro de cartucho y un clorinador con briquetas de hipoclorito de calcio, al pasar el agua por este sistema de recirculación con desinfección será apta para ser utilizada de uso recreacional, ya que cumplirá con los límites establecidos en los índices de calificación sanitaria de piscinas.

Adicionalmente se procedió a geo referenciar el lugar donde irán las unidades de tratamiento proyectadas, el cual se determinó desde el punto de vista técnico.

### a. Aspectos técnicos

#### a.1 Volumen

Para determinar el volumen de agua de la piscina semi olímpica del centro turístico los baños termales de San Mateo se ha realizado el cálculo a través de las dimensiones de cada piscina con la ayuda del programa AUTOCAD versión 2015.

Tabla 19

*Volumen de cada piscina*

VOLUMEN DE CADA PISCINA	
PISCINA SEMI OLÍMPICA	PISCINA MEDIANA
409.50 m <sup>3</sup>	111.63 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia 2016

#### a.2 Análisis y selección de la localización

Para el tratamiento del agua de la piscina semi olímpica se ha considerado la localización de los principales componentes proyectados teniendo como alternativa de solución un sistema de recirculación del agua de la piscina:

- ❖ **Caseta para el sistema de recirculación:** La selección de la localización para la caseta del sistema de recirculación el cual llevara los componentes antes mencionados, fue determinada mediante criterios

técnicos que requiere el sistema para un óptimo funcionamiento. Se ubicara en las coordenadas UTM:

18M E: 281871 N: 9328189 a una altura de 951 m.s.n.m.

Otros factores importantes que se han tomado en cuenta para la localización de la caseta de recirculación son los siguientes:

### **1. Características del terreno: suelos**

- Se pudo apreciar con las diferentes salidas al campo que los suelos existentes en la zona de estudio son suelos orgánicos que no generan riesgos para la construcción de la caseta del sistema de recirculación.
- En el área donde se ubicara las electrobombas no se observaron procesos de erosión.

**2. Peligros naturales,** Respecto a la sismicidad de la ubicación seleccionada para la caseta, no se han detectado la presencia de problemas de geodinámica externa (levantamientos, hundimientos), que pongan en peligro las unidades de tratamiento propuestas. El área de estudio se encuentra ubicada en una zona de moderada a alta actividad sísmica, por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que se presenten sismos de considerable magnitud, respecto a la vulnerabilidad en cuanto a sismos, contaminación y deslizamientos, la ubicación de la caseta no presenta peligros por desastres naturales.

### **a.3 Análisis y selección de la tecnología.**

Para la provisión de servicios de agua para uso recreacional no existe una sola tecnología ni una única solución. La tecnología empleada debe ser concordante con el entorno físico, social, económico y ambiental de los centros recreativos tratando de conseguir tecnologías con menores inversiones pero mejorando en la calidad de los servicios. En este sentido, la opción técnica seleccionada es:

**Sistema recirculación del agua:** Este sistema considera dos electrobombas con trampa de pelos, un filtro de cartucho y un clorinador con briquetas

de hipoclorito de calcio, Porque la fuente de abastecimiento proviene de aguas superficiales que requiere ser filtradas para cumplir con los índices de calificación sanitaria de piscinas el mismo que actualmente no se cumple según los resultados de laboratorio y de las visitas a campo, al mismo tiempo debe ser desinfectada antes de su distribución y antes de ser utilizada como agua recreacional, se denomina sistema de recirculación. Porque existe la necesidad de reutilizar el agua de la piscina, en la misma piscina con la finalidad de proteger, preservar y dar un uso adecuado del recurso agua, al mismo tiempo proteger la salud de los bañistas y preservar la fauna y flora acuática de la quebrada Rumiycu, se denomina recirculación del agua. Por lo tanto el sistema de recirculación del agua se diseñó en función de la calidad físico químico y bacteriológico del agua.

Sus componentes son los siguientes:

- ❖ Tres válvulas de control tipo bola: Sirven para controlar el flujo de agua en el sistema de recirculación y poder aislar determinadas líneas con la finalidad de realizar limpieza o mantenimiento de algún componente.
- ❖ Dos electrobombas con trampa de pelos: Es un componente que sirve para la succión del agua desde el fondo de la piscina en el punto más bajo de la misma y retornar el agua con la adecuada presión, luego de haber pasado por los componentes del sistema de recirculación los cuales entregaran el agua en óptimas condiciones a la piscina semi olímpica.
- ❖ Un filtro de cartucho: La filtración por cartuchos consiste en hacer circular, mediante presión, el agua de la piscina por el interior de un portacartuchos en el que se encuentran alojados los cartuchos filtrantes. El agua atraviesa el cartucho filtrante dejando en éste retenidos la mayoría de contaminantes.
- ❖ Clorinador con briquetas de hipoclorito de calcio: Es un componente que sirve para la desinfección del agua ya que elimina bacterias que pasaron el proceso de filtración, una vez el agua haya pasado por este componente ya estará en condiciones de ser utilizada recreacionalmente ya que cumplirá con los límites establecidos en los índices de calificación sanitaria de piscinas.



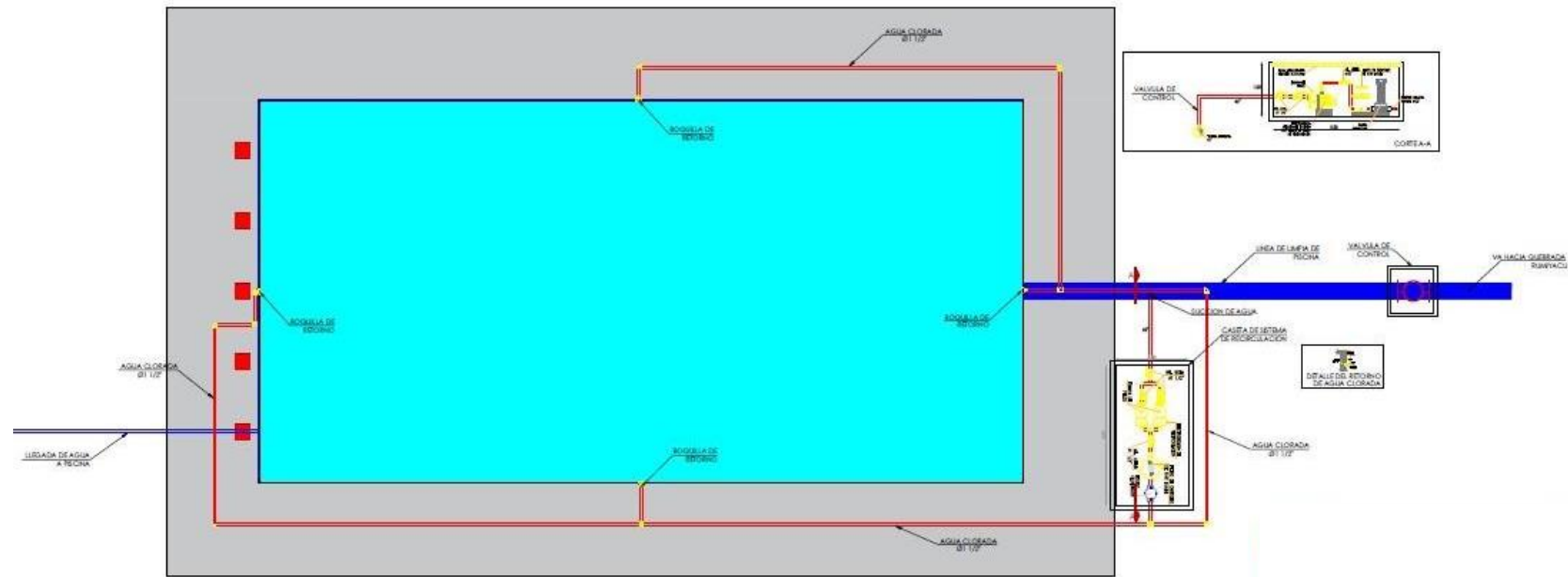


Figura N° 3: Croquis del sistema de recirculación proyectado del agua de la piscina semi olímpica – baños termales de San Mateo

#### **4. Análisis técnico de la alternativa de solución para la piscina mediana**

El análisis técnico de la alternativa es la solución de ingeniería que puede aplicarse en función de las condiciones físicas, económicas, ambientales, sociales y culturales.

Para el planteamiento de la alternativa de solución de la piscina del centro turístico los baños termales de San Mateo se han tenido en consideración las siguientes premisas:

- Análisis de la calidad del agua de las piscina mediana del centro turístico los baños termales de San Mateo, ya que actualmente se utiliza para uso recreacional.
- Determinación si el agua de la piscina mediana cumple con los estándares de calidad ambiental.
- Las visitas técnicas de campo realizadas.

##### **Alternativa de solución**

A través de los estudios de calidad del agua y las visitas a campo se determinó que mediante un sistema de recirculación el que contara con tres válvulas de control tipo bola, dos electrobombas de recirculación con trampa de pelos, una válvula check, un filtro de cartucho y un clorinador con briquetas de hipoclorito de calcio, al pasar el agua por este sistema de recirculación con desinfección será apta para ser utilizada de uso recreacional, ya que cumplirá con los límites establecidos en los índices de calificación sanitaria de piscinas.

Adicionalmente se procedió a geo referenciar el lugar donde irán las unidades de tratamiento proyectadas, el cual se determinó desde el punto de vista técnico.

#### **b. Aspectos técnicos**

##### **b.1 Volumen**

Para determinar el volumen de agua de la piscina mediana del centro turístico los baños termales de San Mateo se ha realizado el cálculo a través de las dimensiones de cada piscina con la ayuda del programa AUTOCAD versión 2015.

Tabla 20

*Volumen de cada Piscina*

VOLUMEN DE CADA PISCINA	
PISCINA SEMI OLIMPICA	PISCINA MEDIANA
409.50 m <sup>3</sup>	111.63 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia 2016

**b.2 Análisis y selección de la localización**

Para el tratamiento del agua de la piscina mediana se ha considerado la localización de los principales componentes proyectados teniendo como alternativa de solución un sistema de recirculación del agua de la piscina:

- ❖ **Caseta para el sistema de recirculación:** La selección de la localización para la caseta del sistema de recirculación el cual llevara los componentes antes mencionados, fue determinada mediante criterios técnicos que requiere el sistema para un óptimo funcionamiento. Se ubicara en las coordenadas UTM:

18M E: 281907 N: 9328225 a una altura de 961 m.s.n.m.

Otros factores importantes que se han tomado en cuenta para la localización de la caseta para el sistema de recirculación son los siguientes:

**1. Características del terreno: suelos**

- Se pudo apreciar con las diferentes salidas al campo que los suelos existentes en la zona de estudio son suelos orgánicos que no generan riesgos para la construcción de la caseta del sistema de recirculación.
- En el área donde se ubicara las electrobombas no se observaron procesos de erosión.

- 2. Peligros naturales,** Respecto a la sismicidad de la ubicación seleccionada para la caseta, no se han detectado la presencia de problemas de geodinámica externa (levantamientos, hundimientos), que pongan en peligro las unidades de tratamiento propuestas. El área de estudio se encuentra ubicada en una zona de moderada a alta

actividad sísmica, por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que se presenten sismos de considerable magnitud, Respecto a la vulnerabilidad en cuanto a sismos, contaminación y deslizamientos, la ubicación de las electrobombas no presenta peligros por desastres naturales.

### **b.3 Análisis y selección de la tecnología.**

Para la provisión de servicios de agua para uso recreacional no existe una sola tecnología ni una única solución. La tecnología empleada debe ser concordante con el entorno físico, social, económico y ambiental de los centros recreativos tratando de conseguir tecnologías con menores inversiones pero mejorando en la calidad de los servicios. En este sentido, la opción técnica seleccionada es:

**SISTEMA RECIRCULACIÓN DEL AGUA:** Este sistema considera dos electrobombas con trampa de pelos, un filtro de cartucho y un clorinador con briquetas de hipoclorito de calcio, porque la fuente de abastecimiento proviene de aguas superficiales que requiere ser filtradas para cumplir con los índices de calificación sanitaria de piscinas el mismo que actualmente no se cumple según los resultados de laboratorio y de las visitas a campo, al mismo tiempo debe ser desinfectada antes de su distribución y antes de ser utilizada como agua recreacional, se denomina sistema de cloración. Porque existe la necesidad de reutilizar el agua de la piscina, en la misma piscina con la finalidad de proteger, preservar y dar un uso adecuado del recurso agua, al mismo tiempo proteger la salud de los bañistas y preservar la fauna y flora acuática de la quebrada Rumiyacu, se denomina recirculación del agua. Por lo tanto el sistema de recirculación del agua se diseñó en función de la calidad físico químico y bacteriológico del agua.

Sus componentes son los siguientes:

- ❖ Tres válvulas de control tipo bola: Sirven para controlar el flujo de agua en el sistema de recirculación y poder aislar determinadas líneas con la finalidad de realizar limpieza o mantenimiento de algún componente.

- ❖ Dos electrobombas con trampa de pelos: Es un componente que sirve para la succión del agua desde el fondo de la piscina en el punto más bajo de la misma y retornar el agua con la adecuada presión, luego de haber pasado por los componentes del sistema de recirculación los cuales entregaran el agua en óptimas condiciones a la piscina mediana.
- ❖ Un filtro de cartucho: La filtración por cartuchos consiste en hacer circular, mediante presión, el agua de la piscina por el interior de un porta cartuchos en el que se encuentran alojados los cartuchos filtrantes. El agua atraviesa el cartucho filtrante dejando en éste retenidos la mayoría de contaminantes.
- ❖ Clorinador con briquetas de hipoclorito de calcio: Es un componente que sirve para la desinfección del agua ya que elimina bacterias que pasaron el proceso de filtración, una vez el agua haya pasado por este componente ya estará en condiciones de ser utilizada recreacionalmente ya que cumplirá con los límites establecidos en los índices de calificación sanitaria de piscinas

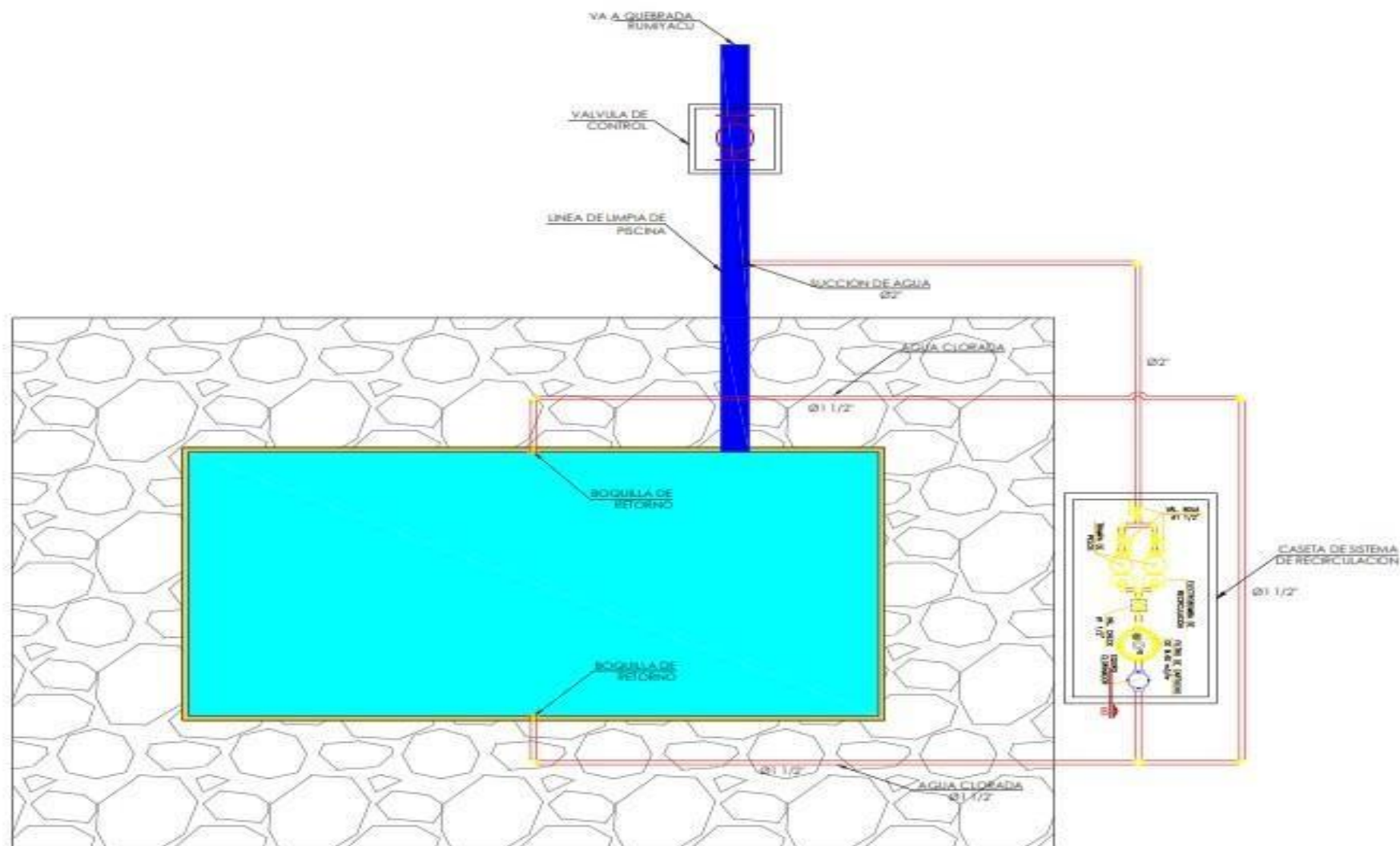


Figura N° 4: Croquis del sistema de recirculación proyectado del agua de la piscina mediana – baños termales de San Mateo

**ANEXO 02: Resultados de calidad del agua.**

**ANEXO 03: Memorias de cálculo del sistema de  
recirculación.**



**ANEXO 04: Plano del sistema de recirculación proyectado  
de ambas piscinas.**

**ANEXO 05: Encuesta para determinar la calidad del  
parámetro “olor”.**

**ANEXO 06: Panel fotográfico.**

Foto N° 1: Punto de muestreo de piscina mediana.



Foto N° 2: Punto de muestreo de piscina semi olímpica.



Foto N° 3: Ubicación del sistema de recirculación piscina semi olímpica.



Foto N° 4: Ubicación del sistema de recirculación piscina mediana





Foto N° 5: Toma de coordenadas piscina mediana



Foto N° 6: Toma de coordenadas piscina semi olímpica